



ANATOMI FISIOLOGI



Ayuda Nia Agustina • Tavip Dwi Wahyuni • Budiono • Lilik Pranata
Dewi Damayanti • Ballsy C. A. Pangkey • Indrawati • Mukhoirotin
Zuliani • Zulfa Khusniyah • Naya Ernawati



ANATOMI FISIOLOGI



UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Anatomi Fisiologi

Ayuda Nia Agustina, Tavip Dwi Wahyuni, Budiono, Lilik Pranata
Dewi Damayanti, Ballsy C. A. Pangkey, Indrawati, Mukhoirotin
Zuliani, Zulfa Khusniyah, Naya Ernawati



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Anatomi Fisiologi

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2022

Penulis:

Ayuda Nia Agustina, Tavip Dwi Wahyuni, Budiono, Lilik Pranata
Dewi Damayanti, Ballys C. A. Pangkey, Indrawati, Mukhoirotin
Zuliani, Zulfa Khusniyah, Naya Emawati

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

Ayuda Nia Agustina., dkk.

Anatomi Fisiologi

Yayasan Kita Menulis, 2022

xvi; 222 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-342-405-9

Cetakan 1, Februari 2022

- I. Anatomi 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

Puji dan Syukur tim penulis ucapkan kepada Allah S.W.T atas limpahan nikmat dan karunianya karena kami dapat menyelesaikan buku ini dengan baik. Buku ini merupakan buku ajar untuk mata kuliah anatomi dan fisiologi khususnya bagi mahasiswa keperawatan. Buku ini dirancang untuk mudah dipahami oleh mahasiswa keperawatan karena pemaparannya lebih sederhana dengan kajian yang sesuai untuk kebutuhan kurikulum mahasiswa keperawatan.

Anatomi dan Fisiologi merupakan salah satu mata kuliah yang berat bagi mahasiswa Keperawatan. Mata kuliah ini merupakan salah satu mata kuliah wajib yang menunjang keilmuan dalam bidang kesehatan. Walaupun mahasiswa keperawatan tidak mendapatkan mata kuliah ini dengan jumlah kredit semester yang banyak, tetapi mata kuliah ini menjadi salah satu mata kuliah yang mendasar untuk memahami kesehatan manusia. Hal ini menjadikan mata kuliah anatomi dan fisiologi menjadi penting sebagai prasyarat untuk mata kuliah lain. Buku ini memaparkan konsep anatomi dan fisiologi tubuh, anatomi dan fisiologi sistem tubuh manusia, seperti: musculoskeletal, pernafasan, kardiovaskular, persyarafan, endokrin, pencernaan, reproduksi, perkemihan, integument dan pancaindra.

Buku ini disusun sedemikian rupa agar mudah dicerna oleh mahasiswa. Topik-topik yang disajikan pada setiap bagian sesuai dengan sistematika logika mahasiswa. Topik yang sederhana dijelaskan sebelum menjelaskan topik yang lebih rumit. Kehadiran buku ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam proses pembelajaran sehingga mata kuliah anatomi dan

fisiologi menjadi salah satu mata kuliah yang menyenangkan dan mampu mendukung pencapaian kurikulum mahasiswa keperawatan.

Pada kesempatan ini pula, perkenankan kami menyampaikan rasa kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan, pengeditan, dan penerbitan buku ini. Secara khusus kami menyampaikan rasa terima kasih kepada press@kitamenulis.id dan timnya, juga kepada institusi dimana kami berkarya sebagai perawat, dosen, dan keluarga kami yang telah memberikan dukungan.

Akhir kata kami ucapkan terima kasih kepada pembaca buku ini. Segala keterbatasan dan kekurangan merupakan bagian dari kelemahan kami yang nanti akan disempurnakan untuk lebih baik lagi. Semangat membaca dan semoga bermanfaat

Jakarta, Februari 2022

Tim Penulis

Daftar Isi

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

Bab 1 Konsep Anatomi Dan Fisiologi Tubuh

1.1 Pendahuluan	1
1.2 Klasifikasi Anatomi Fisiologi	2
1.3 Bidang Struktur Tubuh Manusia	3
1.4 Istilah Dasar Anatomi	5
1.5 Bagian Tubuh	6
1.6 Rongga Tubuh	8
1.7 Arah Gerakan Tubuh Manusia	9
1.8 Sistem Organ	12

Bab 2 Anatomi Fisiologi Sistem Muskuloskeletal

2.1 Pendahuluan	17
2.1.1 Anatomi Fisiologi Tulang:	18
2.1.2 Struktur Tulang Panjang	21
2.1.3 Unsur-Unsur Tulang:	23
2.1.4 Tulang Rawan	24
2.2 Otot Rangka	25
2.2.1 Embriologi	25
2.2.2 Anatomi / Histologi	26
2.2.3 Sarkolema	26
2.2.4 Miofibril; Filamen Aktin Dan Miosin	26
2.2.5 Sarkoplasma	27
2.2.6 Retikulum Sarkoplasma	27
2.2.7 Mekanisme Kontraksi Otot	27

Bab 3 Sistem Pernafasan

3.1 Pendahuluan	29
3.2 Definisi Sistem Pernafasan	30
3.3 Fungsi Sistem Pernafasan	31

3.4 Anatomi Pernafasan	32
3.5 Pembulu Darah Yang Memperdarahi	44
3.6 Fisiologi Sistem Pernafasan	44
3.7 Pengaturan Dan Pengendalian Pernafasan	47
3.7.1 Kendali Kimiawi	47
3.7.2 Kendali Syaraf	48

Bab 4 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Kardiovaskular

4.1 Pendahuluan	51
4.2 Mekanisme Jantung Dan Pembuluh Darah	51
4.2.1 Kerja Jantung	54
4.2.2 Irama & Regulasi Denyut Jantung	56
4.2.3 Sistem Peredaran Darah Manusia	58

Bab 5 Anatomi Fisiologi Sistem Persyarafan

5.1 Pendahuluan	61
5.2 Definisi Sistem Saraf	62
5.3 Organisasi Sistem Saraf	62
5.4 Tinjauan Anatomi Fisiologi Sistem Saraf	63
5.4.1 Cerebrum	63
5.4.2 Batang Otak	67
5.4.3 Cerebellum	67
5.4.4 Medulla Spinalis	67
5.5 Pembuluh Darah Sistem Saraf Pusat (Ssp)	70
5.6 Sistem Ventrikel Dan Aliran Liquor Cerebro Spinal (Lcs)	71
5.7 Lapisan- Lapisan Pelindung Ssp	72
5.7.1 Sawar Darah Otak	72
5.7.2 Meningen	73
5.8 Sistem Saraf Tepi	75
5.9 Saraf Spinal	75
5.10 Saraf Kranial	76
5.11 Sistem Saraf Otonom	77
5.12 Klasifikasi Sel Saraf	79
5.12.1 Neuron	79
5.12.2 Neuroglia	82
5.13 Konduksi Impuls	83
5.13.1 Potensial Istirahat	83
5.13.2 Impuls Saraf	84
5.13.3 Mielin	84

5.13.4 Reseptor.....	84
Bab 6 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Endokrin	
6.1 Sistem Endokrin	85
6.2 Hormon	86
6.3 Jenis Sistem Endokrin	87
6.3.1 Hipofisis	87
6.3.2 Tiroid	90
6.3.3 Paratiroid	91
6.3.4 Timus.....	92
6.3.4 Adrenal	93
6.3.5 Pankreas.....	94
6.3.5 Kelamin	95
Bab 7 Anatomi Fisiologi Sistem Pencernaan	
7.1 Pendahuluan.....	97
7.1.2 Organ Pencernaan	98
7.1.3 Mulut	99
7.1.4 Esofagus (Kerongkongan).....	106
7.1.5 Lambung	107
7.1.6 Usus Halus	109
7.1.7 Usus Besar (Kolon).....	111
7.1.8 Organ Aksesoris	115
7.1.9 Pankreas	115
7.1.10 Hati	116
7.1.11 Kandung Empedu.....	118
Bab 8 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Reproduksi	
8.1 Pendahuluan.....	121
8.2 Sistem Reproduksi Pria.....	122
8.2.1 Genitalia Eksterna.....	123
8.2.2 Genitalia Interna.....	127
8.2.3 Fungsi Sistem Reproduksi Pria.....	141
8.3 Sistem Reproduksi Wanita	141
8.3.1 Genitalia Eksterna.....	142
8.3.2 Genitalia Interna.....	145
8.3.3 Kelenjar Mamaria.....	158
8.3.4 Fungsi Sistem Reproduksi Wanita.....	159

Bab 9 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Perkemihan

9.1 Pendahuluan.....	161
9.2 Anatomi Sistem Perkemihan.....	161
9.1.1 Ginjal.....	161
9.1.2 Ureter.....	167
9.1.3 Vesika Urinaria (Kandung Kemih).....	167
9.1.4 Uretra.....	168
9.3 Fisiologi Sistem Perkemihan.....	169
9.3.1 Pembentukan Urin.....	169
9.3.2 Roses Miksi (Rangsangan Berkemih).....	170

Bab 10 Anatomi Fisiologi Sistem Integumen

10.1 Pendahuluan.....	173
10.2 Struktur Kulit.....	173
10.2.1 Epidermis.....	174
10.2.2 Dermis.....	177
10.2.3 Hypodermis.....	178
10.3 Warna Kulit.....	179
10.4 Struktur Tambahan Pada Kulit.....	180
10.4.1 Rambut.....	180
10.4.2 Kelenjar-Kelenjar Kulit.....	181
10.4.3 Kuku.....	185
10.5 Jenis Kulit.....	186
10.6 Fungsi Kulit.....	187
10.6.1 Termoregulasi.....	187
10.6.2 Reservoir Darah.....	188
10.6.3 Proteksi.....	188
10.6.4 Sensasi.....	189
10.6.5 Ekskresi Dan Absorpsi.....	189
10.6.6 Sintesis Vitamin D.....	189

Bab 11 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Panca Indera

10.1 Pendahuluan.....	191
11.2 Anatomi Dan Fisiologi Mata.....	191
11.3 Anatomi Dan Fisiologi Telinga.....	196
11.4 Anatomi Dan Fisiologi Hidung.....	199
11.5 Anatomi Dan Fisiologi Kulit.....	203
11.6 Anatomi Dan Fisiologi Lidah.....	205
Daftar Pustaka.....	209
Biodata Penulis.....	217

Daftar Gambar

Gambar 1.1: Bidang Tubuh dan Posisi Anatomi.....	4
Gambar 1.2: Posisi Anatomi Tubuh.....	5
Gambar 1.3: Bagian tubuh dalam posisi anatomi.....	6
Gambar 1.4: 9 regio abdomen (kiri) dan 4 kuadran abdomen (kanan).....	7
Gambar 1.5: Kuadran Abdomen	8
Gambar 1.6: Gerakan fleksi-ekstensi pada daerah kepala, tangan, dan kaki ..	10
Gambar 1.7: Gerakan Abduksi-Adduksi pada daerah lengan, tangan dan kaki...	10
Gambar 1.8: Gerakan Elevasi-Depresi.....	11
Gambar 1.9: Gerakan inversi-Eversi	11
Gambar 1.10: Gerakan supinasi-pronasi.....	11
Gambar 1.11: Gerakan sirkumduksi	12
Gambar 2.1: Kerangka Manusia.....	20
Gambar 2.2: Tulang Kaki.....	22
Gambar 3.1: Anatomi pernafasan pada manusia.....	29
Gambar 3.2: Zona nonrespirastorik (a) dan zona respiratori (b).....	31
Gambar 3.3: Anatomi Hidung	33
Gambar 3.4: Anatomi Sinus.....	34
Gambar 3.5: Anatomi Faring.....	35
Gambar 3.6: Anatomi Laring.....	36
Gambar 3.7 Anatomi Epiglotis.....	38
Gambar 3.8 Anstomi Trachea.....	39
Gambar 3.9: Anatomi Bronchus.....	41
Gambar 3.10: Anatomi Paru-paru	42
Gambar 3.11: Alveoli-Alveolus	43
Gambar 4.1: Lapisan jantung.....	53
Gambar 4.2: Sirkulasi darah dalam jantung.....	53
Gambar 4.3: Katub jantung.....	56
Gambar 4.5: Alur aliran darah di jantung	57
Gambar 5.1: Organisasi sistem saraf.....	63
Gambar 5.2: Bagian Utama Otak Manusia.....	64
Gambar 5.3: Bagian Area Medula Spinalis	68

Gambar 5.4: Lokasi Pembentukan dan sirkulasi CSS	70
Gambar 5.5: Sawar Darah Otak.....	73
Gambar 5.6: Meningens: Sumber Chalik	73
Gambar 5.7: Saraf Spinalis (31 pasang) beserta nama dan letaknya	76
Gambar 5.8: Sistem Saraf Otonom (Parasimpatik-Simpatik).....	78
Gambar 5.9: Neuron dan bagian -bagiannya	80
Gambar 6.1: Kelenjar Endokrin.....	87
Gambar 6.2: Kelenjar Hipofisis/Pituitari	88
Gambar 6.3. Kelenjar Tiroid.....	91
Gambar 6.4. Kelenjar Paratiroid.....	92
Gambar 6.5. Kelenjar Timus.....	93
Gambar 6.6. Kelenjar Adrenal/Suprarenalis.....	93
Gambar 6.7: Kelenjar Pankreas	95
Gambar 6.8. Kelenjar Ovarium dan Testis	96
Gambar 7.1: Saluran pencernaan.....	99
Gambar 7.2: Bagian rongga	100
Gambar 7.3: Lidah.....	101
Gambar 7.4: Mulut dan gigi permanen	103
Gambar 7.5: Bagian-bagian kelenjar saliva	104
Gambar 7.6: Faring dan proses menelan.....	106
Gambar 7.7: Esofagus	107
Gambar 7.8: Bagian-bagian Lambung.....	109
Gambar 7.9: Bagian-bagian Usus halus.....	110
Gambar 7.10: Bagian-bagian Usus Besar	112
Gambar 7.11: Struktur kanal anal.....	113
Gambar 7.12: Organ aksesori	115
Gambar 7.13: Bagian-bagian Pankreas.....	116
Gambar 7.14: Anatomi hati.....	117
Gambar 8.1: Organ Reproduksi Pria dan Struktur –Struktur di Sekitarnya	123
Gambar 8.2: Anatomi Penis. (a) Tampak Lateral, Poros Superfisial. (b) Penampang Melintang, Poros Tengah	124
Gambar 8.3: Struktur Internal Penis Potongan Frontal.....	126
Gambar 8.4: Skrotum, Struktur Penunjang Testis.....	127
Gambar 8.5: Anatomi Testis.....	128
Gambar 8.6: Anatomi Mikroskopik Tubulus Seminiferus.....	129
Gambar 8.7: Tahap-Tahap Produksi Sperma (Spermatogenesis).....	129
Gambar 8.8: Proses Spermatogenesis	130
Gambar 8.9: Bagian-Bagian Sel Sperma	132

Gambar 8.10: Kontrol Spermatogenesis dan Kerja Testosteron serta dihidrotestosteron (DHT)	133
Gambar 8.11: Kontrol Umpan Balik Negatif Terhadap Kadar Testosteron Darah	136
Gambar 8.12: Lokasi Organ Reproduksi Aksesori Pada Pria	139
Gambar 8.13: Genetalia Eksterna	142
Gambar 8.14: Perineum Wanita	144
Gambar 8.15: Posisi Relatif Ovarium, Uterus dan Ligamentum-Ligamentum Penunjangnya	147
Gambar 8.16: Histologi Ovarium	147
Gambar 8.17: Folikel Primordial	148
Gambar 8.18: Folikel Primer	149
Gambar 8.19: Folikel Sekunder dan Folikel Matang	150
Gambar 8.20: Oogenesis	151
Gambar 8.21: Hubungan Tuba Uterina dengan Ovarium, Uterus dan Struktur-Struktur yang Terkait	151
Gambar 8.22: Histologi Tuba Uterina	152
Gambar 8.23: Organ Reproduksi Wanita dan Struktur di Sekitarnya	154
Gambar 8.24: Aliran Darah Uterus	157
Gambar 8.25: Kelenjar Mamaria dalam Payudara	159
Gambar 9.1: Definisi sistem perkemihan	162
Gambar 9.2: Sistem perkemihan	163
Gambar 9.3: Bagian-bagian ginjal	164
Gambar 9.4: Bagian-bagian nefron	166
Gambar 9.5: Vaskularisasi Ginjal	166
Gambar 9.6: Lapisan dinding ureter	167
Gambar 9.7: Bagian vesika urinaria	168
Gambar 10.1: Struktur kulit	174
Gambar 10.2: Lapisan Epidermis	175
Gambar 10.3: Lapisan Dermis	177
Gambar 10.4: Struktur rambut	181
Gambar 10.5: Struktur kuku	186
Gambar 11.1: Anatomi Mata	192
Gambar 11.2: Bola Mata	194
Gambar 11.3: Kartu Snellen	195
Gambar 11.4: Anatomi Telinga	196
Gambar 11.5: Anatomi Aurikulum	197
Gambar 11.6: Skema Mekanisme Pendengaran	199
Gambar 11.7: Anatomi Hidung	200

Gambar 11.8: Sinus Paranasal	200
Gambar 11.9: Saraf Pembau	202
Gambar 11.10: Penampang Kulit	204
Gambar 11.11: Papila Lidah	206
Gambar 11.12: Anatomi Lidah.....	207

Daftar Tabel

Tabel 1.1: Organ tubuh.....	8
Tabel 5.1: Ringkasan Struktur dan fungsi komponen-komponen utama otak.....	64
Tabel 5.2: Aktivitas utama lobus -lobus otak	65
Tabel 5.4: Tipe dan fungsi saraf kranial.....	76
Table 7.1: Gigi Sulung dan Permanen	102
Tabel 10.1: Lapisan Epidermis	175
Tabel 10.2: Lapisan Dermis	178
Tabel 10.3: Kelenjar-kelenjar kulit.....	184
Tabel 10.4: Perbandinga kulit tipis dan tebal.....	186

Bab 1

Konsep Anatomi dan Fisiologi Tubuh

1.1 Pendahuluan

Pada bab ini, kita akan mempelajari konsep-konsep anatomi dan fisiologi tubuh manusia sebagai elemen dasar mempelajari anatomi fisiologi. Sebelum mempelajari sistem muskuloskeletal, sistem kardiovaskular dan sistem-sistem organ tubuh lainnya, kita harus terlebih dahulu mengetahui struktur dan fungsi tiap alat dari susunan tubuh manusia secara fisiologis. Pengetahuan tentang anatomi dan fisiologi tubuh manusia.

Kata anatomi dan fisiologi berasal dari bahasa Yunani. Anatomi adalah ilmu yang mempelajari struktur, sementara fisiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang fungsi (Peate, 2011). Anatomi dan fisiologi saling berkaitan, karena anatomi atau struktur menentukan bagaimana fisiologi atau fungsi dari struktur tersebut. Sistem saraf, sistem pencernaan, sistem muskuloskeletal dan sistem tubuh lainnya terdiri dari anatomi dan fisiologi, yang mana pada akhirnya anatomi menentukan bagaimana fisiologi sistem tubuh manusia. Sebelum kita mempelajari ilmu keperawatan dan kesehatan lebih dalam, sebaiknya kita perlu memahami anatomi dan fisiologi manusia terlebih dahulu, agar dapat

mengetahui anatomi dan fisiologi tubuh secara normal, sehingga dapat memberikan asuhan kesehatan atau keperawatan dengan benar.

1.2 Klasifikasi Anatomi Fisiologi

Berdasarkan aspek yang dipelajari, Anatomi terbagi atas 7 bagian (Sloane, 2004) yaitu :

1. Anatomi Mikroskopik (histologi) adalah ilmu yang mempelajari suatu struktur tubuh yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Contohnya mempelajari sel, jaringan dan organ tubuh yang hanya mampu dilihat menggunakan mikroskop.
2. Anatomi Makroskopik adalah mempelajari suatu struktur yang besar dan bisa dilihat dengan mata telanjang, melalui observasi dan pembedahan, tanpa bantuan mikroskop. Contohnya mempelajari sistem organ tubuh satu per satu, mempelajari struktur tubuh tertentu, anatomi regional (fokus pada area tertentu), anatomi sistemik (mempelajari organ secara sistem pencernaan, sistem reproduksi, sistem kardiovaskular, dll).
3. Anatomi ultramikroskopik adalah mempelajari ultra struktur sel dengan menggunakan mikroskop elektron transmisi.
4. Sitologi adalah ilmu mikroskopik mengenai struktur sel individu
5. Embriologi dan fetologi adalah ilmu mengenai pertumbuhan dan perkembangan sejak konsepsi sampai dengan kelahiran.
6. Anatomi perkembangan adalah ilmu yang mempelajari perkembangan dan diferensiasi struktur di sepanjang daur kehidupan manusia
7. Patologi adalah ilmu mempelajari struktur tubuh dan perubahan yang berkaitan dengan penyakit atau cedera.

Adapun spesifikasi fisiologi dari anatomi antara lain yaitu:

1. Fisiologi Sel (mempelajari fungsi sel dan bagian-bagiannya)
2. Fisiologi Spesifik (mempelajari suatu organ)
3. Fisiologi Sistemik (mempelajari fungsi organ secara sistemik)

4. Fisiologi Patologikal (mempelajari efek penyakit terhadap suatu organ)

Pada bab ini secara spesifik kita akan pelajari anatomi fisiologi secara sistemik, yaitu mempelajari konsep anatomi dan fisiologi mengikuti pendekatan sistem tubuh, dengan harapan lebih memudahkan mahasiswa untuk mempelajari, mengidentifikasi, menunjukkan dan menerapkan anatomi dan fisiologi dalam konteks sistemik tubuh diintegrasikan dalam ruang lingkup keperawatan.

1.3 Bidang Struktur Tubuh Manusia

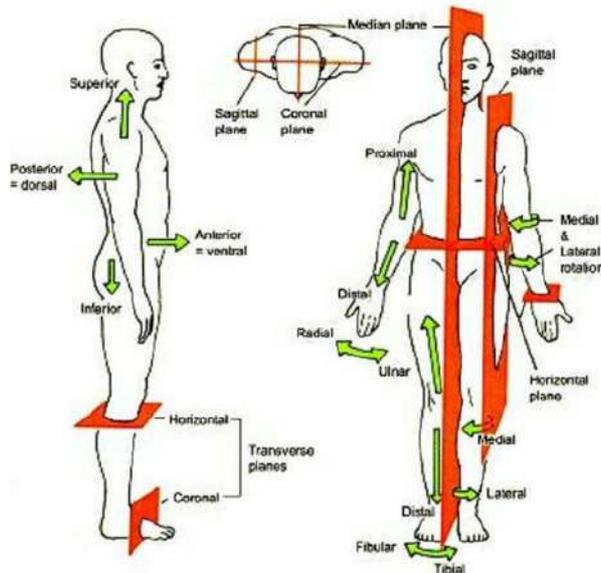
Bidang tubuh adalah bidang datar imajiner yang menembus tubuh untuk menunjukkan poin-poin rujukan (Saladin, Gan and Cushman, 2018). Bidang tubuh terbagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Bidang sagital: membagi tubuh menjadi bagian kiri (*sinistra*) dan kanan (*dekstra*).
2. Bidang frontal/koronal: membagi tubuh atau organ menjadi bagian depan (*anterior*) dan belakang (*posterior*).
3. Bidang tanversal: membagi tubuh atau organ menjadi bagian atas (*superior*) dan bawah (*inferior*).

Tubuh dapat diposisikan berbagai macam posisi, namun yang akan dibahas pada bab ini adalah posisi yang umumnya digunakan (Asmirajanti, 2020).

1. Posisi anatomi (berdiri): Pada posisi ini tubuh lurus dalam posisi berdiri dengan mata juga memandang lurus. Telapak tangan menggantung pada sisi-sisi/samping tubuh dan menghadap ke depan. Telapak kaki juga menunjuk ke depan dan tungkai kaki lurus sempurna. Posisi anatomi sangat penting karena hubungan semua struktur digambarkan dengan asumsi berada pada posisi anatomi.
2. Posisi supine (terlentang): Pada posisi ini tubuh berbaring dengan wajah menghadap ke atas. Semua posisi lainnya mirip dengan posisi anatomi dengan perbedaan hanya berada di bidang horisontal daripada bidang vertikal.

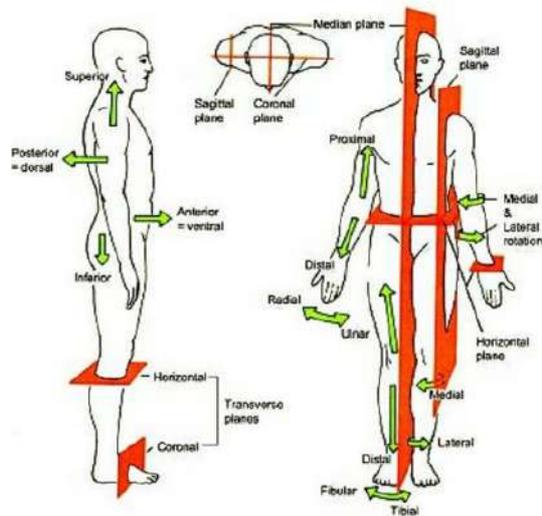
3. Posisi prone (tengkurap): Pada posisi ini, punggung menghadap ke atas. Tubuh terletak pada bidang horisontal dengan wajah menghadap ke bawah.
4. Posisi litotomi: Pada posisi ini tubuh berbaring terlentang, paha diangkat vertikal dan betis lurus horisontal. Tangan biasanya dibentangkan seperti sayap. Kaki diikat dalam posisinya untuk mendukung lutut dan pinggul yang tertekuk. Ini adalah posisi pada banyak prosedur kebidanan.



Gambar 1.1: Bidang Tubuh dan Posisi Anatomi (Saladin, Gan and Cushman, 2018)

1.4 Istilah Dasar Anatomi

Istilah anatomi berdasarkan posisi anatomi serta memperhatikan garis arah maupun bidang-bidang imajiner, antara lain sebagai berikut (Saladin, Gan and Cushman, 2018):



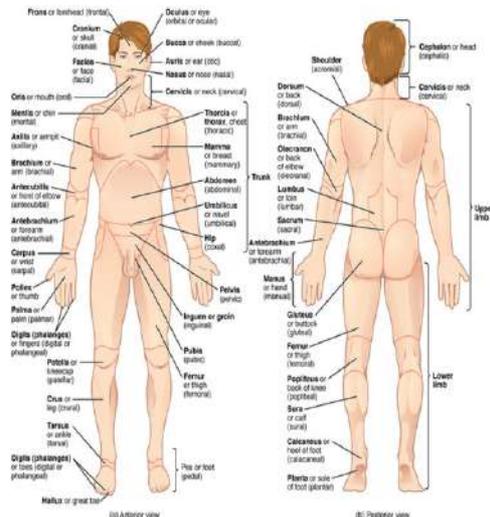
Gambar 1.2: Posisi Anatomi Tubuh

1. Superior: bagian atas
2. Inferior: bagian bawah
3. Anterior: bagian depan
4. Posterior: bagian belakang.
5. Internal: bagian dalam.
6. Eksternal: bagian luar.
7. Dekstra: bagian kanan.
8. Sinistra: bagian kiri.
9. Lateral: menjauhi garis tengah tubuh.
10. Medial: lebih dekat ke garis tengah tubuh.
11. Sentral: bagian pusat.
12. Perifer: bagian tepi.
13. Superfisial: lebih ke arah permukaan.
14. Profunda: lebih ke arah dalam.
15. Asendens: bagian yang naik.
16. Desendens: bagian yang turun.
17. Cranial: bagian kepala.
18. Kaudal: bagian ekor.

19. Ventral: bagian depan/perut.
20. Dorsal: bagian belakang ruas tulang belakang.
21. Parietal: selaput bagian luar.
22. Viseral: selaput bagian dalam.
23. Proximal: mendekati batang tubuh. contohnya siku terletak proximal terhadap telapak tangan
24. Distal: menjauhi batang tubuh. contoh pergelangan tangan terletak distal terhadap siku

1.5 Bagian Tubuh

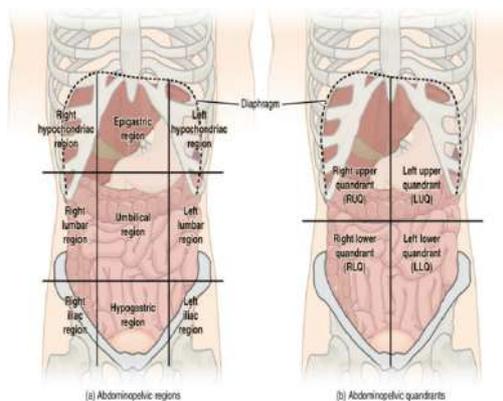
Tubuh dibagi menjadi dua bagian utama: aksial dan apendikular. Bagian aksial tepat di tengah (sumbu) dan terdiri dari segala sesuatu kecuali ekstremitas. Bagian aksial terdiri dari: Kepala, leher, dada (dada dan punggung), perut, dan panggul. Bagian appendicular terdiri dari pelengkap, atau dikenal sebagai ekstremitas atas dan bawah (Ody & Norris, 2017)



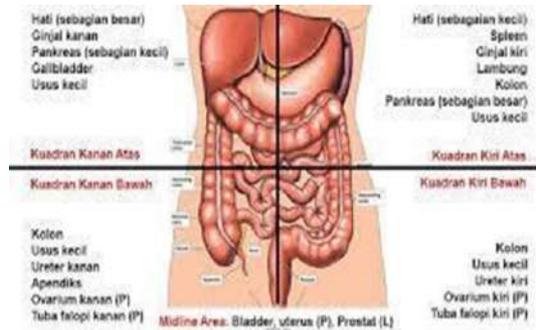
Gambar 1.3: Bagian tubuh dalam posisi anatomi (Ody & Norris, 2017)

Selain itu, abdomen juga memiliki bagian tubuh. Dibawah ini merupakan pembagian anatomi abdomen berdasarkan lokasi organ yang ada di dalamnya:

1. Hypochondriaca dextra (right/kanan) meliputi organ: lobus kanan hati, kantung empedu, sebagian duodenum fleksura hepatic kolon, sebagian ginjal kanan dan kelenjar suprarenal kanan.
2. Epigastrica meliputi organ: pilorus gaster, duodenum, pankreas dan sebagian dari hepar.
3. Hypochondriaca sinistra (left/kiri) meliputi organ: gaster, limpa, bagian kaudal pankreas, fleksura lienalis kolon, bagian proksimal ginjal kiri dan kelenjar suprarenal kiri.
4. Lumbalis dextra (right/kanan) meliputi organ: kolon ascenden, bagian distal ginjal kanan, sebagian duodenum dan jejunum.
5. Umbilical meliputi organ: Omentum, mesenterium, bagian bawah duodenum, jejunum dan ileum.
6. Lumbalis sinistra (left/kiri) meliputi organ: kolon ascenden, bagian distal ginjal kiri, sebagian jejunum dan ileum.
7. Inguinalis dextra meliputi organ: sekum, apendiks, bagian distal ileum dan ureter kanan.
8. Pubica/Hipogastric meliputi organ: ileum, vesica urinaria dan uterus (pada kehamilan).
9. Inguinalis sinistra meliputi organ: kolon sigmoid, ureter kiri dan ovarium kiri.



Gambar 1.4: 9 regio abdomen (kiri) dan 4 kuadran abdomen (kanan) (Betts et al., 2013)



Gambar 1.5: Kuadran Abdomen (Gustinerz.com)

Tabel 1.1: Organ tubuh

Kuadran	Organ
Kanan atas	Hati, kantung empedu, paru, esofagus
Kanan bawah	Usus 12 jari (duo denum), usus besar, usus kecil, kandung kemih, rektum, testis, anus
Kiri atas	Hati, jantung, esofagus, paru, pankreas, limfa, lambung
Kiri bawah	Anus, rektum, testis, ginjal, usus kecil, usus besar

1.6 Rongga Tubuh

Struktur tubuh manusia juga terdiri dari rongga-rongga atau suatu cavum (ruang). Terdapat beberapa rongga dalam struktur anatomi manusia, yaitu pada kepala dan badan (McErlean et al., 2011).

1. Rongga yang terdapat dalam kepala terdiri dari:
 - a. Rongga tengkorak (cavum cranialis), isinya meliputi otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum) dan batang otak (brain stem);
 - b. Rongga mata (cavum orbital), isinya yaitu bola mata (orbita);
 - c. Rongga hidung (cavum nasi), isinya yaitu tempat lewatnya udara pernapasan;

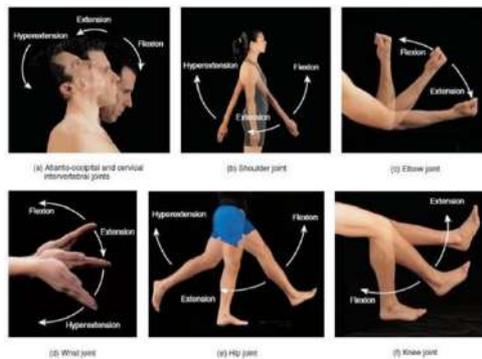
- d. Rongga mulut (*cavum oris*), isinya yaitu lidah dan gigi;
 - e. Rongga telinga tengah (*cavum tympani*), isinya berupa tulang-tulang pendengaran (*maleus, incus, stapes*)
2. Rongga yang terdapat pada badan terdiri dari:
- a. Rongga dada (*cavum thoracis*), isinya meliputi paru-paru (*pulmo*), jantung (*cardio*), pembuluh darah aorta, pembuluh darah vena cava, arteri dan vena pulmonalis, trachea, bronchus, dan esophagus;
 - b. Rongga perut (*cavum abdomen*), isinya meliputi lambung (*gaster*), usus halus (*intestinum, duodenum, jejunum*), usus besar (*colon*), kelenjar pankreas, limpa (*lien*), hati (*hepar*), dan ginjal (*renal*);
 - c. Rongga panggul (*cavum pelvis*), isinya meliputi kandung kemih (*vesika urinaria*), rectum, pada laki-laki kelenjar prostat, perempuan terdapat Rahim (*uterus*), dan indung telur (*ovarium*)

1.7 Arah Gerakan Tubuh Manusia

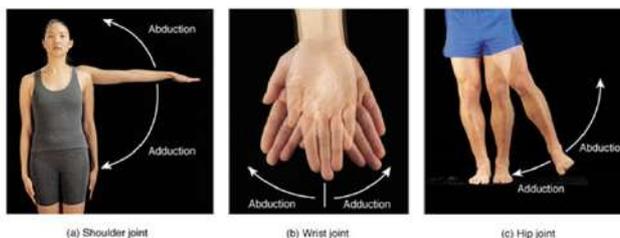
Beberapa gerakan tubuh manusia (Betts et al., 2013); (Asmirajanti, 2020) yaitu sebagai berikut ini:

1. Fleksi adalah gerak menekuk atau membengkokkan.
2. Ekstensi adalah gerakan untuk meluruskan. Contoh: gerakan ayunan lutut pada kegiatan gerak jalan. Gerakan ayunan ke depan merupakan (*ante*) fleksi dan ayunan ke belakang disebut (*retro*) fleksi/ ekstensi. Ayunan ke belakang lebih lanjut disebut hiperekstensi.
3. Adduksi adalah gerakan mendekati tubuh.
4. Abduksi adalah gerakan menjauhi tubuh. Contoh: gerakan membuka tungkai kaki pada posisi istirahat di tempat merupakan gerakan abduksi (menjauhi tubuh). Bila kaki digerakkan kembali ke posisi siap merupakan gerakan adduksi (mendekati tubuh).
5. Elevasi merupakan gerakan mengangkat.

6. Depresi adalah gerakan menurunkan. Contohnya: Gerakan membuka mulut (elevasi) dan menutupnya (depresi) juga gerakan pundak keatas (elevasi) dan kebawah (depresi).
7. Inversi adalah gerak memiringkan telapak kaki ke dalam tubuh.
8. Eversi adalah gerakan memiringkan telapak kaki ke luar (*penyebutan hanya untuk pergelangan kaki saja).
9. Supinasi adalah gerakan menengadahkan tangan.
10. Pronasi adalah gerakan menelungkupkan (*penyebutan hanya pergelangan tangan saja).
11. Endorotasi adalah gerakan ke dalam pada sekeliling sumbu panjang tulang yang bersendi (rotasi).
12. Eksorotasi adalah gerakan rotas ke luar.
13. Sirkumduksi: Gerakan gabungan dari fleksi, ekstensi, abduksi dan adduksi
14. Rotasi: Gerakan memutar sendi



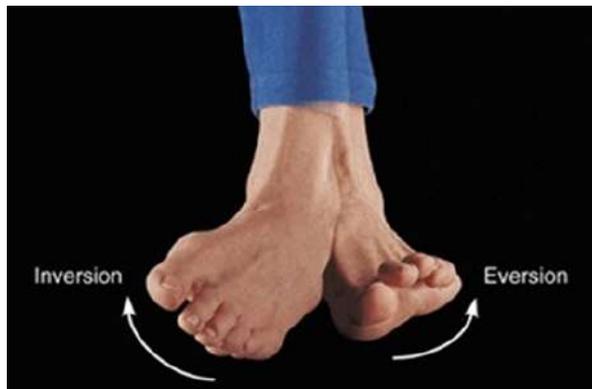
Gambar 1.6: Gerakan fleksi-ekstensi pada daerah kepala, tangan, dan kaki



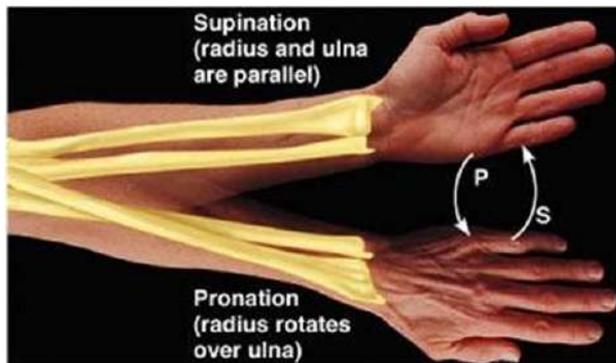
Gambar 1.7: Gerakan Abduksi-Adduksi pada daerah lengan, tangan dan kaki



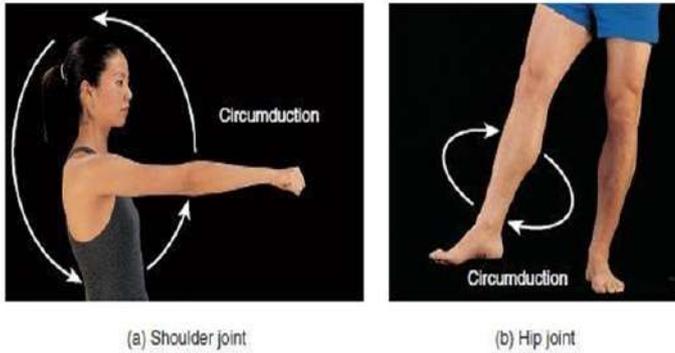
Gambar 1.8: Gerakan Elevasi-Depresi



Gambar 1.9: Gerakan inversi-Eversi



Gambar 1.10: Gerakan supinasi-pronasi



Gambar 1.11: Gerakan sirkumduksi

1.8 Sistem Organ

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

Sistem organ manusia meliputi 12 sistem (Snell and Fox, 2011) sebagai berikut :

1. **Sistem Integumen:** Sistem integumen adalah organ terbesar dalam anatomi tubuh manusia. Sistem ini melindungi dari dunia luar, dan merupakan pertahanan pertama tubuh melawan bakteri, virus dan patogen lainnya. Kulit juga membantu mengatur suhu tubuh dan menghilangkan limbah zat sisa melalui keringat. Selain kulit, sistem integumen meliputi rambut dan kuku.
2. **Sistem Skeletal/rangka:** Tubuh manusia didukung oleh sistem rangka, yang terdiri dari 206 tulang yang dihubungkan oleh tendon, ligamen, dan tulang rawan. Tulang ini disusun oleh kerangka aksial dan kerangka apendikular. Kerangka aksial terdiri dari 80 tulang yang terletak di sepanjang sumbu tubuh manusia. Kerangka aksial terdiri dari tengkorak, tulang telinga tengah, tulang hyoid, tulang rusuk, dan

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

3. Sistem Muscular/otot: Sistem otot terdiri dari sekitar 650 otot yang membantu pergerakan, aliran darah, dan fungsi tubuh lainnya. Ada tiga jenis otot yaitu otot rangka yang terhubung dengan tulang, otot polos yang ditemukan di dalam organ pencernaan, dan otot jantung yang ditemukan di jantung dan membantu memompa darah.
4. Sistem Persyarafan: Sistem saraf terdiri dari otak, sumsum tulang belakang, organ sensorik, dan semua saraf yang menghubungkan organ-organ ini dengan bagian tubuh lainnya. Organ-organ ini bertanggung jawab atas kendali tubuh dan komunikasi di antara bagian-bagiannya. Otak dan sumsum tulang belakang membentuk pusat kontrol yang dikenal sebagai sistem saraf pusat. Saraf sensorik dan organ indra dari sistem saraf perifer memantau kondisi di dalam dan di luar tubuh dan mengirimkan informasi sistem saraf pusat. Saraf eferen di sistem saraf perifer membawa sinyal dari pusat kendali ke otot, kelenjar, dan organ untuk mengatur fungsinya.
5. Sistem Endokrin: Sistem endokrin terdiri dari beberapa kelenjar yang mengeluarkan hormon ke dalam darah. Kelenjar-kelenjar ini termasuk hipotalamus, kelenjar pituitari, kelenjar pineal, kelenjar tiroid, kelenjar paratiroid, kelenjar adrenal, pankreas, dan kelenjar kelamin (gonad). Kelenjar dikendalikan secara langsung oleh rangsangan dari sistem saraf dan juga oleh reseptor kimiawi dalam darah dan hormon yang diproduksi oleh kelenjar lain. Dengan mengatur fungsi organ dalam tubuh, kelenjar ini membantu menjaga homeostasis tubuh. Metabolisme seluler, reproduksi, perkembangan seksual, homeostasis gula dan mineral, denyut jantung, dan pencernaan merupakan salah satu dari banyak proses yang diatur oleh hormon.

6. Sistem Kardiovaskular: Sistem peredaran darah terdiri dari jantung, pembuluh darah, dan sekitar 5 liter darah yang dibawa oleh pembuluh darah. Sistem peredaran darah didukung oleh jantung, yang hanya seukuran kepalan tangan tertutup. Bahkan pada saat istirahat, rata-rata jantung dengan mudah memompa lebih dari 5 liter darah ke seluruh tubuh setiap menitnya.
7. Sistem Limfatik: Dalam anatomi tubuh manusia, sistem limfatik mencakup kelenjar getah bening, saluran getah bening, dan pembuluh getah bening, dan juga berperan dalam pertahanan tubuh. Tugas utamanya adalah membuat dan memindahkan getah bening, cairan bening yang mengandung sel darah putih, yang membantu tubuh melawan infeksi. Sistem limfatik juga menghilangkan kelebihan cairan getah bening dari jaringan tubuh, dan mengembalikannya ke darah.
8. Sistem Pernapasan: Sel-sel tubuh manusia membutuhkan aliran oksigen untuk tetap hidup. Sistem pernapasan menyediakan oksigen ke sel tubuh sambil mengeluarkan karbon dioksida dan produk limbah yang bisa mematikan jika dibiarkan menumpuk. Ada tiga bagian utama dari sistem pernapasan: saluran napas, paru-paru, dan otot-otot respirasi. Saluran napas meliputi hidung, mulut, faring, laring, trakea, bronkus, dan bronkiolus. Saluran ini membawa udara melewati hidung menuju paru-paru. Paru-paru berfungsi sebagai organ utama sistem pernapasan dengan pertukaran oksigen ke dalam tubuh dan karbon dioksida keluar dari tubuh. Otot respirasi, termasuk diafragma dan otot interkostal, bekerja sama untuk memompa, mendorong udara masuk dan keluar dari paru-paru saat bernapas.
9. Sistem Pencernaan: Sistem pencernaan adalah sekelompok organ yang bekerja untuk menerima makanan, mengubah dan memproses makanan menjadi energi, menyerap zat gizi yang terdapat pada makanan ke aliran darah, serta membuang sisa makanan yang tersisa atau tidak dapat dicerna oleh tubuh. Makanan melewati saluran pencernaan yang terdiri dari rongga mulut, faring (tenggorokan), laring (kerongkongan), lambung, usus halus, usus besar, dan berakhir di anus. Selain saluran pencernaan, ada beberapa organ aksesori

penting dalam anatomi tubuh manusia yang membantu mencerna makanan. Organ aksesori dari sistem pencernaan meliputi gigi, lidah, kelenjar ludah, hati, kantong empedu, dan pankreas.

10. Sistem Perkemihan: sistem perkemihan memiliki fungsi mengeluarkan zat sisa yang tidak dibutuhkan lagi oleh manusia. Sistem perkemihan terdiri dari ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra. Ginjal menyaring darah untuk membuang limbah dan menghasilkan urine. Ureter, kandung kemih, dan uretra bersama-sama membentuk saluran kemih, yang berfungsi sebagai sistem untuk mengalirkan urine dari ginjal, menyimpannya, dan kemudian melepaskannya saat buang air kecil. Selain menyaring dan menghilangkan limbah dari tubuh, sistem urinaria juga mempertahankan homeostasis air, ion, pH, tekanan darah, kalsium, dan sel darah merah.
11. Sistem Reproduksi Pria: Sistem reproduksi memungkinkan manusia untuk bereproduksi. Sistem reproduksi pria mencakup penis dan testis, yang menghasilkan sperma.
12. Sistem Reproduksi Wanita: Sistem reproduksi wanita terdiri dari vagina, rahim dan ovarium, yang menghasilkan ovum (sel telur). Selama pembuahan, sel sperma bertemu dengan sel telur di tuba falopi. Kedua sel tersebut kemudian melakukan pembuahan yang ditanamkan dan tumbuh di dinding rahim. Bila tidak dibuahi, dinding rahim yang telah menebal untuk mempersiapkan kehamilan akan luruh menjadi menstruasi.

Bab 2

Anatomi Fisiologi Sistem Muskuloskeletal

2.1 Pendahuluan

Materi sistim muskuloskeletal ini mempelajari tentang suatu sistem yang terdiri dari tulang, otot, kartilago, ligamen, tendon, fascia, bursae, dan persendian. Materi ini menjadi dasar dalam mempelajari Ilmu Bedah dan Asuhan Keperawatan pada gangguan sistim musculoskeletal. Setelah mempelajari review anatomi dan fisiologi sistem musculoskeletal, dapat membantu mahasiswa dalam memahami sistim musculoskeletal.

Pada akhir proses pembelajaran anatomi fisiologi sistim muskuloskeletal, diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan:

1. Anatomi Fisiologi Tulang
2. Otot Rangka

2.1.1 Anatomi Fisiologi Tulang:

Fungsi-fungsi tulang

1. Formasi rangka: tulang- tulang membentuk rangka tubuh yang menentukan bentuk dan ukuran tubuh. Tulang-tulang menyokong struktur-struktur tubuh yang lain.
2. Formasi sendi-sendi: Tulang-tulang yang berdekatan membentuk persendian atau sendi- sendi yang bergerak, tidak bergerak atau sedikit bergerak tergantung dari kebutuhan- kebutuhan fungsional.
3. Perlekatan otot-otot: Tulang –tulang menyediakan permukaannya untuk tempat lekat otot-otot, tendo-tendo dan ligamentum-ligamentum.
4. Kerja sebagai pengungkit: tulang dicadangkan sebagai pengungkit untuk bermacam- macam aktivitas selama pergerakan.
5. Sokongan dan penyebaran berat badan serta daya tahan untuk pengaruh tekanan dan pengaruh mekanis. Tulang-tulang direncanakan untuk menyokong berat badan, memelihara sikap tegak tubuh manusia, dan juga guna menahan gaya-gaya tarikan dan gaya-gaya tekanan yang terjadi pada tulang.
6. Proteksi: Tulang –tulang membentuk rongga-rongga yang mengandung dan melindungi struktur-struktur yang halus seperti otak, medulla spinalis, jantung , paru-paru, sebagian besar alat-alat dalam perut dan panggul.
7. Haemopoiesis: Sumsum tulang merupakan tempat pembentukan sel-sel darah.
8. Fungsi-fungsi imunologis: Limfosit “B” dan makrofag-makrofag dibentuk dalam sistim retikuloendotelium sumsum tulang. Limfosit B dirubah menjadi sel-sel plasma membentuk antibodi-antibodi guna keperluan kekebalan kimiawi , sedangkan makrofrag- makrofag merupakan phagositik.
9. Penyimpanan kalsium: Tulang-tulang mengandung 97% kalsium yang terdapat ditubuh baik dalam bentuk anorganik maupun garam-garam terutama kalsium fosfat (Bajpai, 1990). Menurut Himawan (1990), tulang tempat menyimpan 99% kalsium tubuh dan 90% fosfat tubuh.

Selain itu sejumlah besar fosfor juga disimpan. Kalsium dilepaskan ke darah bila dibutuhkan.

Fungsi-fungsi khusus

1. Sinus-sinus paranasalis dapat menimbulkan suatu nada khusus pada suatu suara .
2. Email gigi - geligi dikhususkan untuk memotong menggigit dan menggilas makanan. Email merupakan struktur yang terkuat dari tubuh manusia.
3. Tulang-tulang kecil liang telinga dalam mengkonduksi gelombang suara untuk pendengaran
4. Panggul wanita dikhususkan untuk memudahkan proses kelahiran bayi.

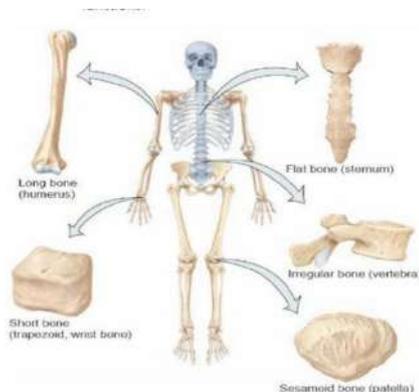
Rangka manusia mempunyai 2 subdivisi utama:

1. Rangka pusat yang terdiri dari tengkorak , kolumna vertebalis, tulang-tulang iga dan os sternum.
2. Rangka tambahan yang terdiri dari tulang-tulang anggota badan.
3. Jenis-Jenis Tulang (Klasifikasi tulang-tulang) atas dasar Morfologinya:
4. Tulang panjang: Merupakan tulang-tulang utama dari anggota badan, contoh humerus, femur dan lain-lain.
5. Tulang pendek: Merupakan tulang-tulang yang lebih kecil, contoh, ossa karpalia dari tangan dan ossa tarsalia dari kaki.
6. Tulang gepeng: Berbentuk lempengan-lempengan tulang seperti skapula dan tulang - tulang tengkorak.
7. Tulang-tulang yang tak beraturan: Tulang-tulang yang tak termasuk dari jenis-jenis yang disebutkan di atas seperti vertebra, tulang panggul dan beberapa tulang-tulang kepala.
8. Tulang-tulang sesamoideum: Tulang-tulang ini perkembangannya berasal dari substansi sebuah tendon (sesamoid berarti seperti biji) pada tempat-tempat gesekan dan penyembuhan akibat tarikan tendon atau perubahan arah tarikan. contoh patella, fibula

9. Tulang-tulang berongga udara: Beberapa tulang -tulung kepala seperti os maksilare, os ethmoidale, dan os frontale mempunyai rongga-rongga udara yang luas di bagian dalamnya, dilapisi oleh selaputlendir.
10. Tulang diploikum: Tulang-tulang yang terdapat di dalam tengkorak, di dalamnya mengandung vena-vena diploika, terdapat di dalam ruangan-ruangan yang disebut diploe.
11. Tulang-tulang tambahan: Tulang-tulang tambahan ini tidak selalu diketemukan. Biasanya berkembnag dari pusat-pusat penulangan ekstra yang tidak bersatu dengan tulang utama, contoh: os trigonium dari tuberositas posterior talus dan os vesalinum dari tuberositas dikorpus os metatarsal kelima.

Klasifikasi atas dasar struktur tulang:

1. Tulang kompakta:
Terlihat dibagian luar tulang (korteks) di bawah periosteum. Bagian tulang ini seperti gading, padat dan kuat tetapi masih mempunyai banyak lubang-lubang kecil.
2. Tulang spongisa: (tulung trabekular).
Terdapat di bagian dalam dari tulang. Mempunyai ruangan-ruangan yang diisi oleh sumsum tulang di antara anyaman lempengan-lempengan atau batang-batang jaringan korpus tulang. Lempengan-lempengan atau batang-batang



Gambar 2.1: Kerangka Manusia (sumber: Daydream Anatomy)

2.1.2 Struktur Tulang Panjang

Tulang panjang terdiri dari:

Diaphisis. Diaphisis atau korpus merupakan bagian tengah tulang yang berbentuk silindris. Bagian ini terdiri dari korteks tulang yang mempunyai kekuatan besar sekali. Terdiri atas tulang kompak dengan rongga sumsum tulang, medula.

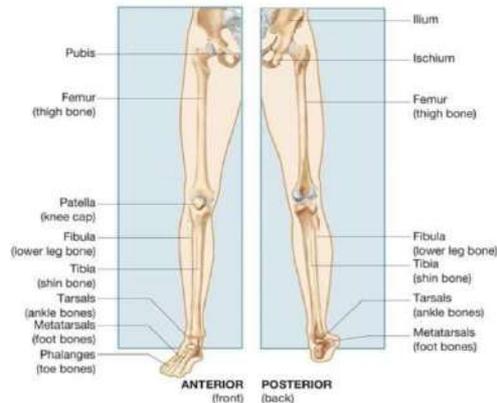
Metaphisis adalah bagian tulang yang melebar dekat ujung tulang. Daerah ini sebagian besar terdiri dari trabekula tulang atau tulang spongiosa dan mengandung sumsum tulang. Sumsum ini terdapat juga di bagian epifisis dan diaphisis tulang. Bagian ini juga menyangga sendi dan merupakan tempat perlekatan tendon dan ligamen.

Lempeng epifisis merupakan bagian pertumbuhan longitudinal pada anak-anak. Bagian ini akan menghilang pada pematangan tulang. Terdiri atas tulang spongiosa dengan korteksnya tulang kompak. Epifisis dan metaphisis ialah bagian tulang yang tumbuh. Sumsum tulang berwarna merah pada orang muda dan kuning pada orang dewasa, kecuali tulang gepeng (tengkorak, iga, vertebra, pelvis).

Pada orang dewasa rongga tulang spongiosa pada epifisis berhubungan dengan rongga sumsum tulang diaphisis. Pada anak-anak yang masih tumbuh, epifisis dan diaphisis dipisahkan oleh lempeng tulang rawan epifisis, yang bersatu dengan diaphisis melalui suatu tulang spongiosa yang disebut metaphisis. Lempeng tulang rawan epifisis merupakan tempat tulang panjang bertumbuh menjadi panjang.

Semua permukaan tulang diliputi oleh jaringan ikat khusus yang disebut periosteum, kecuali pada bagian yang membentuk sendi di mana tulang terbungkus oleh rawan. Periosteum adalah membran yang kuat dan kaya akan vaskularisasi dari jaringan ikat. Periosteum penting untuk menebalkan tulang dan menyembuhkan fraktur. Periosteum mengandung sel-sel yang dapat berproliferasi, berperan dalam proses pertumbuhan transversa tulang Panjang.

Kebanyakan tulang panjang mempunyai arteri nutrisi. Lokasi dan potensi pembuluh-pembuluh inilah yang menentukan juga keberhasilan proses penyembuhan tulang sesudah fraktur.



Gambar 2.2: Tulang Kaki (sumber: Daydream Anatomy)

Histologi lempeng epifisis atau lempeng pertumbuhan penting untuk dipahami khususnya untuk mengenal jenis cedera pada anak- anak:

1. Lapisan sel yang paling atas yang letaknya dekat epifisis disebut area sel-sel istirahat (the area of resting cell).
2. Lapisan berikutnya adalah daerah proliferasi.

Dalam daerah ini terjadi pembelahan aktif sel, dan disinilah mulainya pertumbuhan tulang panjang. Sel-sel ini tertekan masuk ke arah batang tulang, masuk ke daerah hipertrofi. Disini sel-sel tersebut akan membengkak dan secara metabolis tidak aktif lagi.. Sel yang membengkak ini lemah.

Fraktura epifisis pada anak-anak sering terjadi di daerah ini , di mana tempat yang mengalami cedera meluas ke daerah kalsifikasi provisional. Di dalam daerah kalsifikasi provosional inilah sel-sel mulai menjadi keras dan menyerupai tulang normal. Kalau daerah proliferasi mengalami kerusakan, maka pertumbuhan mungkin akan terhenti. Mungkin pertumbuhan longitudinal ekstremitas mengalami kelambanan, atau mungkin pula terjadi perubahan bentuk secara bertahap apabila hanya sebagian saja dari lempeng tulang yang mengalami cedera.

2.1.3 Unsur-Unsur Tulang:

1. Unsur tetap:

Osteosit

Matrix (jaringan interseuler) yang mengandung mineral (calcium phosphate, hydroxapatite crystal)

2. Unsur sementara

a. Osteoblas

b. Osteoklas

Selain ini terdapat pula: sumsum tulang berisi derivat sel retikuloendotel.

Osteosit

Merupakan sel-sel tulang yang matur(Smeltzer & Bare,1996). Sel tulang menunjukkan gambaran sebagai berikut:

Sel besar bercabang ke berbagai arah dan banyak cabang bersatu dengan osteosit lain- lain. Badan osteosit terletak di dalam lakuna dan cabang-cabangnya terletak di dalam kanalikulus. Salah satu ciri khas osteosit ialah tidak dapat mengadakan mitosis.

Osteoblas

Sel osteogen yang belum berdiferensiasi sempurna. Osteoblas membentuk dan mengadakan kalsifikasi jaringan interseuler.

Osteoblas-osteoblas saling berhubungan melalui jembatan-jembatan interseuler. Pada pembentukan tulang, beberapa osteoblas akan dikelilingi jaringan interseuler yang telah dibentuknya sendiri dan mejadi cabang daripada osteosit Osteoblas bila memperbanyak diri / aktif menghasilkan enzim fosfatase alkali, yang berfungsi mengadakan kalsifikasi pada matrix.

Osteoklas

Sebuah sel raksasa berinti banyak; suatu fagosit tulang, dijumpai pada permukaan tulang yang mengalami resorpsi. Perubahan vital pada tulang terjadi oleh karena adanya keseimbangan antara pembentukan dan perusakan tulang.

Matrix

Mengandung gugusan kalsium – fosfat – karbonat yang memberikan sifat keras / kukuh daripada tulang. Gugusan ini diendapkan pada jaringan interseuler akibat pengaruh enzim fosfatase alkali. Jaringan interseuler (matrix) yang belum mengandung mineral disebut osteoid.

Pertumbuhan tulang dipengaruhi oleh:

1. Berbagai hormon hipofisis, thyroid, korteks adrenal, parathyroid, estrogen dan androgen.
2. Vitamin A – mempengaruhi kegiatan osteoklas.

Vitamin B complex – mempercepat pembentukan callus pada fraktur.

Vitamin C – mempengaruhi pembuatan bahan kolagen antar sel (merangsang osteoblas).

Vitamin D – mempengaruhi pengendapan mineral pada tulang.

2.1.4 Tulang Rawan

Tulang rawan merupakan jenis jaringan ikat khusus pada orang dewasa. Seperti jaringan-jaringan ikat yang lain, tulang rawan mempunyai sel-sel dan matriks tulang rawan, dan juga mengandung serabut-serabut dan substansi dasar. Matriks tulang rawan padat dan elastis. Matriks tulang rawan mempunyai substansi dasar dan serabut-serabut. Substansi dasar terdapat dalam bentuk gel dibuat dari proteoglikans-proteoglikans, bukan protein kolagen, lemak-lemak elektrolit dan air.

Proteoglikans-proteoglikans merupakan konjugasi dari mukoprotein, glikosamino- glikans, kondroitin sulfat dan keratin sulfat. Molekul-molekul proteoglikans terikat erat dengan molekul-molekul kolagen dari serabut-serabut, yang ditambahkan guna memperkuat serabut-serabut kolagen. Glikosamino glikans bertanggung jawab untuk daya elastisitas dan kemampuan tulang rawan untuk menahan tekanan.

Serabut-serabut pada matriks selain merupakan serabut-serabut kolagen yang halus, juga terdapat serabut-serabut kolagen yang panjang dan tebal atau serabut-serabut ini bertanggung jawab untuk daya rigiditas tulang rawan yang akan sama baiknya dengan kekuatan daya elastisitasnya, kekuatan kelentingannya, dan kemampuan untuk menahan tekanan serta gaya-gaya

potongan. Tulang rawan dapat dibagi berdasarkan serabut-serabut yang terdapat di dalamnya:

1. Tulang rawan hyalin. Kata hyalin berarti seperti gelas. Warnanya putih kebiru-biruan dan pada keadaan segar terlihat bening. Distribusinya pada: semua rangka janin yang belum menjadi tulang, rawan iga, rawan sendi, rawan hidung, trakhea dan bronkhus.
2. Tulang rawan fibrosa, yang berwarna kabur, putih dan keras. Terdapat pada diskus intervertebralis, diskus artikularis dari suatu persendian, simphisis, labrum glenoidale dan asetabulare.
3. Tulang rawan elastis, yang berwarna kuning, kabur, fleksibel dan elastis. Kartilago elastin dikhususkan untuk fleksibilitas. Distribusinya pada: telinga luar, garis batas dari meatus akustikus eksternus dan tuba auditiva, epiglottis, kartilago kornikulata, kartilago kuneiforme, bagian atas kartilago arithenoidea.

Nutrisi dari tulang rawan Tulang rawan mempunyai suplai pendarahan yang sangat sedikit dan pada deskripsi konvensional sering disebutkan sebagai suatu jaringan yang avaskuler. Kapiler-kapiler perikondrium mensuplai khondrosit-khondrosit dengan jalan difusi melalui matriks tulang rawan. Selain itu cairan sinovial juga memberikan nutrisi pada rawan-rawan sendi, diskus artikularis dan meniskus-meniskus.

2.2 Otot Rangka

2.2.1 Embriologi

Otot rangka berasal dari mesoderm, yang pada masa fetal berkembang menjadi myotom. Sel otot baru terbentuk pada bulan kedua kehidupan mudigah, sebagai tabung-tabung panjang berisi sitoplasma/sarcoplasma dan inti-inti lonjong ditengah. Pada akhir bulan kedua tabung ini mulai mengandung myofilamen/fibril. Seran lintang mulai jelas pada janin berusia 5 bulan.

2.2.2 Anatomi / Histologi

Kira-kira 40% tubuh adalah otot rangka dan 5 sampai 10% lainnya adalah otot polos atau otot jantung (Guyton, 1991). Serat otot ialah sel yang panjang, berinti banyak, ditutupi oleh sarkolema. Serabut otot rangka memiliki garis tengah antara 10 sampai 80 mikron (Guyton, 1991), sedangkan lebih rinci (Himawan, 1990) menyebutkan bahwa garis tengah sel otot pada orang dewasa 20 mikron - 100 mikron, pada anak 10 mikron - 20 mikron. Serat ini terdiri dari banyak sub unit yang lebih kecil. Bagian-bagian dari serabut otot itu adalah sebagai berikut

2.2.3 Sarkolema.

Sarkolema adalah membran sel serabut otot. Sarkolema terdiri atas membran sel yang asli, dinamakan membran plasma, dan satu lapisan tipis polisakarida yang sama dengan lapisan membran basalis di sekitar kapiler-kapiler darah; fibril kolagen yang tipis juga terdapat pada lapisan luar sarkolema. Pada ujung-ujung serabut-serabut tendo, yang selanjutnya terkumpul dalam berkas yang membentuk tendo otot, dan kemudian melekat pada tulang.

2.2.4 Miofibril; Filamen Aktin dan Miosin

Tiap-tiap serabut otot mengandung beberapa ribu miofibril. Tiap-tiap miofibril selanjutnya terletak berdampingan, sekitar 1500 filamen miosin, dan 3000 filamen aktin yang merupakan molekul protein polimer besar yang bertanggung jawab untuk kontraksi otot. Filamen-filamen ini dapat dilihat pada potongan memanjang pada mikrograf elektron. Filamen yang tebal adalah miosin dan filamen tipis adalah aktin.

Filamen aktin dan miosin sebagian saling bertautan dan menyebabkan miofibril secara bergantian mempunyai pita terang dan gelap. Pita-pita terang, yang hanya mengandung filamen aktin dinamakan pita I. Pita-pita gelap, yang mengandung filamen miosin serta ujung-ujung filamen aktin tempat ujung-ujung ini tumpang tindih dengan miosin dinamakan, pita A.

Adanya penonjolan kecil dari sisi filamen miosin yang dinamakan jembatan-penyeberang. Mereka menonjol dari permukaan sepanjang filamen miosin kecuali pada bagian tengahnya. Terdapat interaksi antara jembatan-penyeberang dan filamen aktin yang menyebabkan kontraksi.

Filamen aktin melekat pada garis yang dinamakan membran Z atau cakram Z, dan filamen meluas pada sisi-sisi membran Z untuk saling bertautan dengan filamen miosin. Membran Z juga berjalan dari miofibrin ke miofibril, melekatkan miofibril satu sama lainnya melalui serabut otot.

Bagian miofibril (atau seluruh serabut otot) yang terletak antara dua membran Z yang berurutan dinamakan sarkomer. Bila serabut otot berada dalam keadaan istirahat sepenuhnya, panjang sarkomer sekitar 2,0 mikron. Pada panjang ini filamen aktin tumpang tindih sempurna dengan filamen miosin dan satu sama lain tepat mulai tumpang tindih. Akan kita lihat bahwa pada panjang ini sarkomer juga mampu menimbulkan daya kontraksi yang terbesar.

2.2.5 Sarkoplasma

Miofibril dalam serabut otot terpendam dalam matriks yang dinamakan sarkoplasma, yang terdiri atas unsur-unsur umum intrasel. Cairan sarkoplasma mengandung kalium, magnesium, fosfat, enzim protein dalam jumlah besar (Guyton, 1991). Enzim yang disimpan di dalam sel otot adalah aldolase, transaminase (glutamic dan pyruvic), dehidrogenase (lactic dan malic) dan creatinin phosphokinase. Dalam cairan sarkoplasma juga terdapat mitokondria dalam jumlah banyak yang terletak antara dan sejajar dengan miofibril, suatu keadaan yang menunjukkan kebutuhan besar miofibril yang kontraktile akan ATP yang banyak sekali dibentuk oleh mitokondria.

2.2.6 Retikulum Sarkoplasma

Dalam sarkoplasma juga terdapat banyak retikulum endoplasma, yang dalam serabut otot dinamakan retikulum sarkoplasma. Retikulum ini mempunyai susunan khusus yang sangat penting dalam pengawasan kontraksi otot. Jenis otot yang mempunyai kontraksi lebih cepat mempunyai retikulum sarkoplasma yang banyak.

2.2.7 Mekanisme Kontraksi Otot

Pada keadaan relaksasi, ujung-ujung filamen aktin yang berasal dari dua membran Z yang berurutan satu sama lain hampir tidak tumpang tindih sedangkan pada saat yang sama filamen miosin mengadakan tumpang tindih sempurna.

Sebaliknya pada keadaan kontraksi, filamen-filamen aktin ini tertarik ke dalam di antara filamen miosin sehingga satu sama lain tumpang tindih luas. Membran Z juga tertarik oleh oleh filamen aktin sampai ke ujung - ujung filamen miosin. Filamen aktin dapat ditarik bersama-sama demikian kuatnya sehingga ujung-ujung filamen miosin sebenarnya melengkung waktu kontraksi yang sangat kuat. Jadi kontraksi otot terjadi karena mekanisme “sliding filamen”. Sewaktu kontraksi benang-benang aktomiosin(aktin dan miosin) dapat memendek n60%. Waktu relaksasi otot mengandung 2% protein dan 98% air. Waktu kontraksi otot mengandung 50% protein dan 50% air dan kalium keluar dari otot.

ATP sebagai sumber untuk kontraksi. Selama proses kontraksi sejumlah ATP dipecahkan membentuk ADP. Ion kalsium dikeluarkan dari cisternae retikulum sarkoplasma berdifusi ke miofibril. Kontraksi otot akan terus berlangsung selama ion kalsium tetap berada dalam konsentrasi tinggi dalam cairan sarkoplasma. Secara terus menerus pompa kalsium aktif, yang terletak dalam dinding tubulus longitudinal retikulum sarkoplasma memompa ion kalsium keluar dari cairan sarkoplasma kembali ke rongga vesikular retikulum.

Fungsi tulang sebagai formasi rangka dan sendi-sendi, perlekatan otot-otot, sebagai pengungkit, sokongan dan proteksi tubuh, haemopoesis, fungsi immunologis dan penyimpanan kalsium. Tulang-tulang mengandung 97% kalsium yang terdapat ditubuh baik dalam bentuk anorganik maupun garam-garam terutama kalsium fosfaT (Bajpai, 1990). Tulang tempat menyimpan 99% kalsium tubuh dan 90% fosfat tubuh. Selain itu sejumlah besar fosfor juga disimpan. Kalsium dilepaskan ke darah bila dibutuhkan.

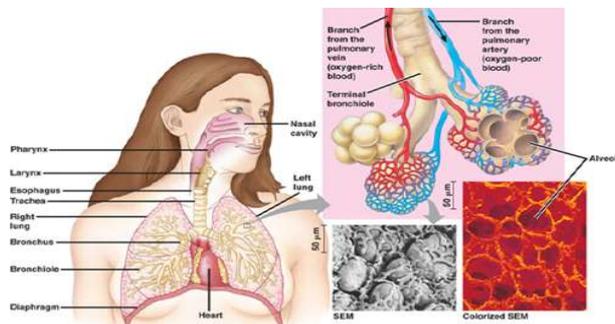
Kira-kira 40% tubuh adalah otot rangka dan 5 sampai 10% lainnya adalah otot polos atau otot jantung (Guyton, 1991). Serat otot ialah sel yang panjang, berinti banyak, ditutupi oleh sarkolema. Serabut otot rangka memiliki garis tengah antara 10 sampai 80 mikron(Guyton, 1991),sedangkan lebih rinci (Himawan,1990) menyebutkan bahwa garis tengah sel otot pada orang dewasa 20mikron - 100 mikron, pada anak 10 mikron - 20 mikron.

Bab 3

Sistem Pernafasan

3.1 Pendahuluan

Pada bab 3 ini membahas tentang anatomi fisiologi sistem pernafasan tubuh manusia, di mana pemahaman mahasiswa tentang ilmu anatomi fisiologi pernafasan yang baik akan sangat memengaruhi kemampuan anda dalam menganalisis masalah - masalah kesehatan yang lazim terjadi pada gangguan sistem pernafasan. Selanjutnya akan menentukan sejauh mana intervensi atau tindakan yang anda lakukan dapat mengatasi masalah pasien



Gambar 3.1: Anatomi pernafasan pada manusia (Paulsen and Waschke, 2015)

Proses pernapasan terdiri dari beberapa proses penting yang melibatkan berbagai sistem yang ada dalam tubuh, selain sistem pernapasan itu sendiri juga terlibat sistem kardiovaskuler dan sistem saraf pusat. Sistem pernafasan berperan sebagai tempat atau saluran masuknya udara luar atau oksigen (O₂) dan keluarnya gas Carbondioksida (CO₂) dari paru-paru (proses ventilasi) dan tempat terjadinya pertukaran oksigen (O₂) dalam alveoli dan Carbondioksida (CO₂) dalam pembuluh darah kapiler (proses difusi). Sistem kardiovaskuler menyediakan pompa, jaringan pembuluh darah yang diperlukan untuk mengangkut oksigen (O₂) dan Carbondioksida (CO₂) antara paru-paru dan sel tubuh (proses transportasi). Sistem saraf pusat memberikan dorongan ritmik dari dalam untuk bernafas, dan secara refleks merangsang toraks dan otot-otot diafragma, yang akan memberikan tenaga pendorong gerakan udara (proses pengendalian /pengaturan pernafasan)(Price, 1996).

Di topik ini akan memperdalam bahasan tentang anatomi fisiologi sistem pernapasan serta proses – proses yang terjadi dalam sistem pernafasan, seperti; mekanisme pernapasan (ventilasi pulmonar), pertukaran gas (difusi), transport gas melalui darah, pengendalian respirasi, dan masalah-masalah yang terjadi pada sistem pernapasan. Setelah mempelajari topik ini, Anda akan mampu menjelaskan anatomi fisiologi sistem pernapasan serta proses yang terjadi dalam sistem pernafasan dengan tepat

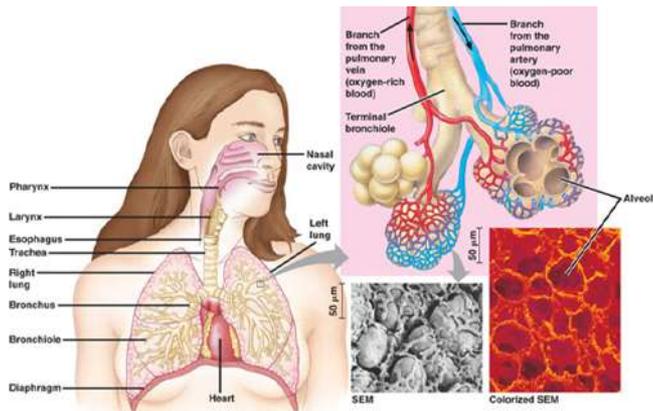
3.2 Definisi Sistem Pernafasan

Sistem pernafasan adalah suatu sistem yang membawa oksigen melalui jalan napas kemudian ke alveoli, yang kemudian akan mengalami difusi atau pertukaran gas oksigen (O₂) dengan carbondioksida (CO₂) kemudian di alirkan ke darah untuk ditransportasikan. Sistem pernafasan atau respirasi terdiri dari dua bagian yaitu; saluran nafas bagian atas, udara yang masuk pada bagian ini dihangatkan, disaring dan dilembabkan, dan saluran nafas bagian bawah (paru), merupakan tempat pertukaran gas. Pertukaran gas (difusi) terjadi di paru. Alveoli merupakan tempat terjadinya pertukaran gas antara (O₂) dan (CO₂) di paru. Pompa muskuloskeletal yang mengatur pertukaran gas dalam proses respirasi terdapat pada rongga pleura dan dinding dada. Rongga pleura terbentuk dari dua selaput serosa, yang meliputi dinding dalam rongga dada yang disebut pleura parietalis, dan yang meliputi paru atau pleura veseralis(Price, 1996).

3.3 Fungsi Sistem Pernafasan

Secara fungsional sistem pernafasan dapat digolongkan menjadi 2 (dua) yaitu zona konduksi atau nonrespiratorik dan sebagai zona respiratorik.

1. Sebagai zona konduksi atau nonrespiratorik, ini terdiri dari hidung, faring, trakea, bronkus serta bronkioli terminalis. Zona konduksi ini berperan sebagai tempat lewatnya udara pernafasan, serta membersihkan, melembabkan dan menyamakan suhu udara pernafasan dengan suhu tubuh, selain itu berfungsi:
 - a. Pembentukan atau proses pembentukan suara
 - b. Menyediakan jalan untuk mengeluarkan air dan panas
 - c. Meningkatkan aliran balik vena
2. Fungsi sebagai zona respiratorik (utama) terdiri dari bronkiolus respiratorius dan alveoli. Zona respiratorik ini berfungsi untuk pertukaran gas (difusi) yaitu oksigen (O_2) yang ada di alveoli paru-paru dan di tukar gas karbon dioksida (CO_2) yang ada di kapiler-kapiler pembuluh darah (Syarifuddin, 2009).



(a)

(b) (Paulsen and Waschke, 2015)

Gambar 3.2: Zona nonrespiratorik (a) dan zona respiratori (b)

3.4 Anatomi Pernafasan

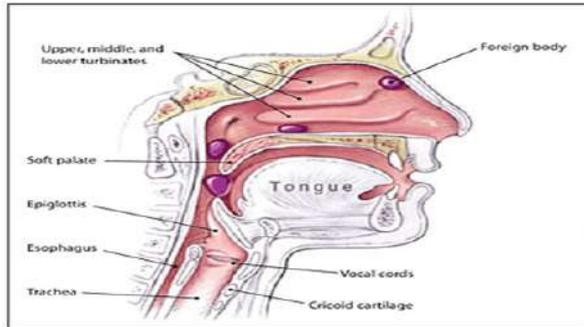
Organ sistem pernafasan secara fungsional di bagi menjadi 2 (dua) yaitu pertama organ-organ atau struktur-struktur sebagai zona penghubung atau tubuler (hidung sampai bronkhial) yang berfungsi untuk menyaring, menghangatkan dan melembabkan udara yang masuk dalam paru-paru. Ke dua organ-organ atau struktur-struktur Zona repirasi (brokhial respirasi sampai alveoli) berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pertukaran gas (difusi). (Ganong, F. William 2008).

Organ pernafasan sebagai zona penghubung atau organ pernafasan atas, terdiri atas hidung, nasofaring (terdapat pharyngeal tonsil dan tuba eustachius), orofaring (merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring,terdapat pangkal lidah), dan laringofaring (tempat persilangan antara aliran udara dan aliran makanan).(Guyton, 1990).

1. Hidung atau Rongga Hidung

Hidung atau naso adalah saluran pernafasan yang pertama ketika proses pernafasan berlangsung. Selain itu hidung merupakan organ indra penciuman. Ujung saraf yang mendeteksi penciuman berada di atap (langit-langit) hidung di area lempeng kribriiformis tulang etmoid dan konka superior. Ujung saraf ini distimulasi oleh bau di udara. Impuls saraf dihantarkan oleh saraf olfaktorius ke otak di mana sensasi bau dipersepsikan. Ketika masuk dihidung, udara disaring, dihangatkan, dan dilembabkan.

Hal ini dilakukan oleh sel epitel yang memiliki lapisan mukus sekresi sel goblet dan kelenjar mukosa. Lalu gerakan silia mendorong lapisan mukus ke posterior di dalam rongga hidung dan ke superior saluran pernafasan bagian bawah menuju faring. Nares anterior adalah saluran- saluran di dalam lubang hidung. Saluran-saluran ini bermuara kedalam bagian yang dikenal sebagai vestibulum hidung. Rongga hidung dilapisi selaput lendir yang sangat kaya akan pembuluh darah, dan bersambung dengan lapisan farink. (Lutjen, Et al, 2001).



Gambar 3.3: Anatomi hidung (Paulsen and Waschke, 2015).

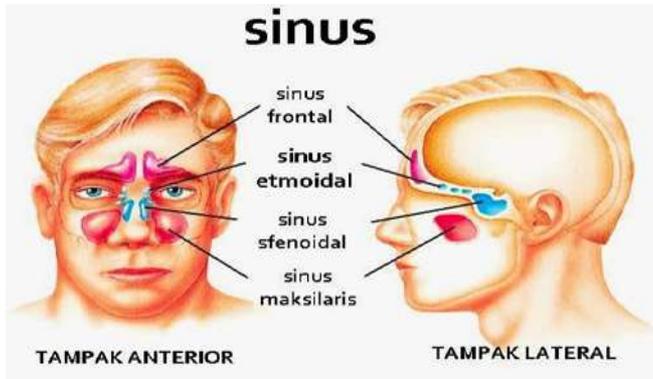
Pada proses pernafasan secara khusus rongga hidung berfungsi antara lain:

- Bekerja sebagai saluran udara pernafasan.
- Sebagai penyaring udara pernafasan yang dilakukan oleh bulu-bulu hidung.
- Dapat menghangatkan udara pernafasan oleh selaput mukosa
- Membunuh kuman-kuman yang masuk, bersama-sama udara pernafasan oleh leukosit yang erdapat dalam selaput lendir atau hidung

Dasar rongga hidung dibentuk oleh rahang atas ke atas rongga hidung berhubungan dengan rongga yang disebut sinus paranasalis yaitu sinus maksilaris pada rahang atas, sinus frontalis pada tulang dahi, sinus sfenoidalis pada rongga tulang baji, dan sinus etmoidalis pada rongga tulang tapis. Pada sinus etmoidalis keluar ujung-ujung saraf penciuman yang menuju ke konka nasalis . Pada konka nasalis terdapat sel-sel penciuman , sel tersebut terutama terdapat pada di bagian atas. Pada hidung di bagian mukosa terdapat serabut saraf atau reseptor dari saraf penciuman, (Syarifuddin, 2009).

Di sebelah konka bagian kiri kanan dan sebelah atas dari langit-langit terdapat satu lubang pembuluh yang menghubungkan rongga tekak dengan rongga pendengaran tengah . Saluran ini disebut tuba auditiva eustachi yang menghubungkan telinga tengah dengan faring dan laring. Hidung juga berhubungan dengan saluran air mata atau tuba lakrimalis. Rongga hidung dilapisi dengan ascular mukosa yang sangat banyak mengandung ascular yang disebut mukosa hidung. Lendir di sekresi secara terus-menerus oleh

sel-sel goblet yang melapisi permukaan mukosa hidung dan bergerak ke belakang ke nasofaring oleh gerakan silia.(Guyton, 1990).

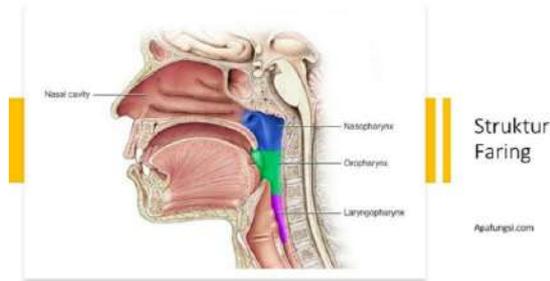


Gambar 3.4: Anatomi Sinus(Paulsen and Waschke, 2015).

2. Faring

Faring merupakan pipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan oesopagus pada ketinggian tulang rawan krikoid. Faring menyediakan saluran bagi udara yang keluar masuk dan menyediakan ruang dengung (resonansi) untuk suara percakapan. Faring terdiri dari tiga bagian yaitu, (Syaifuddin, 2009)

- a. Nasofaring terletak tepat di belakang cavum nasi, di bawah basis crania dan di depan vertebrae cervicalis I dan II. Nasofaring membuka bagian depan ke dalam cavum nasi dan ke bawah ke dalam orofaring. Tuba eustachius membuka ke dalam dinding lateralnya pada setiap sisi. Pharyngeal tonsil (tonsil nasofaring) adalah bantalan jaringan limfe pada dinding posteriosuperior nasofaring.
- b. Orofaring merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring,terdapat pangkal lidah). Orofaring adalah gabungan sistem respirasi dan pencernaan makanan masuk dari mulut dan udara masuk dari nasofaring dan paru.
- c. Laringofaring (terjadi persilangan antara aliran udara dan aliran makanan). Laringofaring merupakan bagian dari faring yang terletak tepat di belakang laring, dan dengan ujung atas esofagus



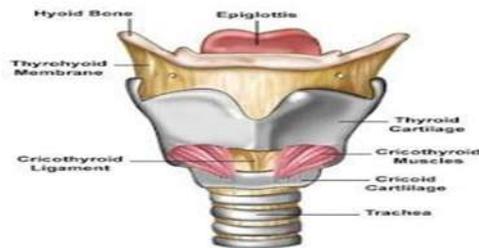
Gambar 3.5: Anatomi Faring (Paulsen and Waschke, 2015).

Beberapa fungsi faring:

- a. Saluran nafas dan makanan, faring adalah organ yang terlibat dalam sistem pencernaan dan pernapasan: udara masuk melalui bagian nasal dan oral, sedangkan makanan melalui bagian oral dan laring.
- b. Penghangat dan pelembab, dengan cara yang sama seperti hidung, udara dihangatkan dan dilembabkan saat masuk ke faring.
- c. Fungsi bahasa, fungsi faring dalam bahasa adalah dengan bekerja sebagai bilik resonansi untuk suara yang naik dari laring, faring (bersama sinus) membantu memberikan suara yang khas pada tiap individu.
- d. Fungsi Pengecap, terdapat ujung saraf olfaktorius dari indra pengecap di epitelium oral dan bagian faringeal.
- e. Fungsi Pendengaran, saluran auditori (pendengaran), memanjang dari nasofaring pada tiap telinga tengah, memungkinkan udara masuk ke telinga tengah. Pendengaran yang jelas bergantung pada adanya udara di tekanan atmosfer pada tiap sisi membran timpani.
- f. Fungsi Perlindungan, Jaringan limfatik faring dan tonsil laring menghasilkan antibodi dalam berespon terhadap antigen, misal mikroba. Tonsil berukuran lebih besar pada anak dan cenderung mengalami atrofi pada orang dewasa.(Ganong,F William, 2008)

3. Laring (tenggorok)

Laring adalah saluran udara dan bertindak sebagai pembentuk suara. Pada bagian pangkal ditutup oleh epiglottis. Laring terdiri dari tulang-tulang rawan yang berfungsi ketika menelan makanan dengan menutup laring. Terletak pada garis tengah bagian depan leher, sebelah dalam kulit, glandula tyroidea, dan beberapa otot kecil, dan didepan laringofaring dan bagian atas esopagus.



Gambar 3.6: Anatomi Laring (Paulsen and Waschke, 2015)

Tulang rawan cartilago pada laring ada 5 buah, terdiri dari sebagai berikut: (Guyton, 1990).

- a. Cartilago thyroidea 1 buah di depan jakun (Adam's apple) dan sangat jelas terlihat pada pria. Berbentuk V, dengan V menonjol kedepan leher sebagai jakun. Ujung batas posterior di atas adalah cornu superior, penonjolan tempat melekatnya ligamen thyrohyoideum, dan di bawah adalah cornu yang lebih kecil tempat berartikulasi dengan bagian luar cartilago cricoidea.
- b. Cartilago epiglottis 1 buah. Cartilago yang berbentuk daun dan menonjol keatas dibelakang dasar lidah. Epiglottis ini melekat pada bagian belakang V cartilago thyroideum. Plica aryepiglottica, berjalan kebelakang dari bagian samping epiglottis menuju cartilago arytenoidea, membentuk batas jalan masuk laring.
- c. Cartilago cricoidea 1 buah yang berbentuk cincin. Cartilago berbentuk cincin signet dengan bagian yang besar dibelakang. Terletak di bawah cartilago tyroidea, dihubungkan dengan cartilago tersebut oleh membrane cricotyroidea. Cornu inferior

cartilago thyroidea berartikulasi dengan cartilago tyroidea pada setiap sisi. Membrana cricotracheale menghubungkan batas bawahnya dengan cincin trachea I.

- d. Cartilago arytenoidea 2 buah yang berbentuk beker. Dua cartilago kecil berbentuk piramid yang terletak pada basis cartilago cricoidea. Plica vokalis pada tiap sisi melekat dibagian posterio sudut piramid yang menonjol kedepan

Fungsi Laring

- a. Produksi suara, Suara memiliki nada, volume, dan resonansi. Nada suara bergantung pada panjang dan kerapatan pita suara. Pada saat pubertas, pita suara pria mulai bertambah panjang, sehingga nada suara pria semakin rendah. volume suara bergantung pada besarnya tekanan pada pita suara yang digetarkan. Semakin besar tekanan udara ekspirasi, semakin besar getaran pita suara dan semakin keras suara yang dihasilkan. Resonansi bergantung pada bentuk mulut, posisi lidah dan bibir, otot wajah, dan udara di paranasal.(Syaifuddin, 2002).
- b. Berbicara, berbicara terjadi saat ekspirasi ketika suara yang dihasilkan oleh pita suara dimanipulasi oleh lidah, pipi, dan bibir.
- c. Pelindung saluran napas bawah, saat menelan, laring bergerak ke atas, menyumbat saluran faring sehingga engsel epiglotis menutup faring. Hal ini menyebabkan makanan tidak melalui esofagus dan saluran napas bawah.
- d. Jalan masuk udara, bahwa Laring berfungsi sebagai penghubung jalan napas antara faring dan trakea.
- e. Pelembab, penyaring, dan penghangat, di mana proses ini berlanjut saat udara yang diinspirasi berjalan melalui laring(Syaifuddin, 2002).

Di bagian laring terdapat beberapa organ yaitu:

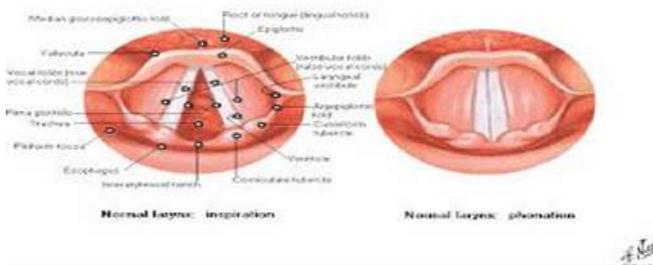
- a. Epiglotis, merupakan katup tulang rawan untuk menutup larynx sewaktu orang menelan. Bila waktu makan kita berbicara (epiglottis terbuka), makanan bisa masuk ke larynx (keslek) dan

terbatu-batuk. Pada saat bernafas epiglottis terbuka tapi pada saat menelan epiglottis menutup laring. Jika masuk ke laring maka akan batuk dan dibantu bulu-bulu getar silia untuk menyaring debu, kotoran-kotoran.

- b. Jika bernafas melalui mulut udara yang masuk ke paru-paru tak dapat disaring, dilembabkan atau dihangatkan yang menimbulkan gangguan tubuh dan sel-sel bersilia akan rusak adanya gas beracun dan dehidrasi.
- c. Pita suara, terdapat dua pita suara yang dapat ditegangkan dan dikendurkan, sehingga lebar sela- sela antara pita - pita tersebut berubah-ubah sewaktu bernafas dan berbicara. Selama pernafasan pita suara sedikit terpisah sehingga udara dapat keluar masuk.(Syaifuddin, 2002).

Epiglottis

Epiglottis Cartilago yang berbentuk daun dan menonjol ke atas di belakang dasar lidah. Epiglottis ini melekat pada bagian belakang Vertebra cartilago thyroideum. Plica aryepiglottica, berjalan kebelakang dari bagian samping epiglottis menuju cartilago arytenoidea, membentuk batas jalan masuk laring(Lutjen, Et al, 2001).



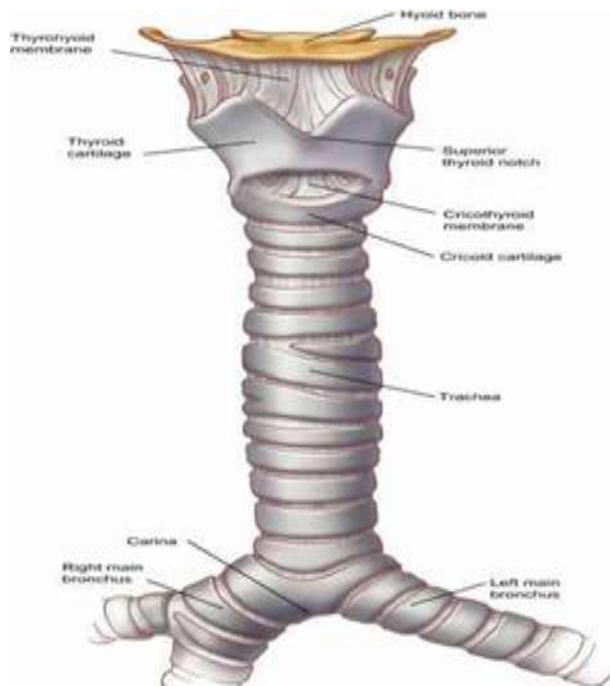
Gambar 3.7: Anatomi Epiglottis (Lutjen, Et al, 2001).

Fonasi

Suara dihasilkan oleh vibrasi plica vocalis selama ekspirasi. Suara yang dihasilkan dimodifikasi oleh gerakan palatum molle, pipi, lidah, dan bibir, dan resonansi tertentu oleh sinus udara cranialis(Lutjen, Et al, 2001).

4. Trachea atau Batang tenggorok

Merupakan tabung fleksibel dengan panjang kira-kira 10 cm dengan lebar 2,5 cm. Trachea berjalan dari cartilago cricoidea kebawah pada bagian depan leher dan dibelakang manubrium sterni, berakhir setinggi angulus sternalis (taut manubrium dengan corpus sterni) atau sampai kira-kira ketinggian vertebrata torakalis kelima dan di tempat ini bercabang menjadi dua bronckus (bronchi). (Ganong F. William, 2008).



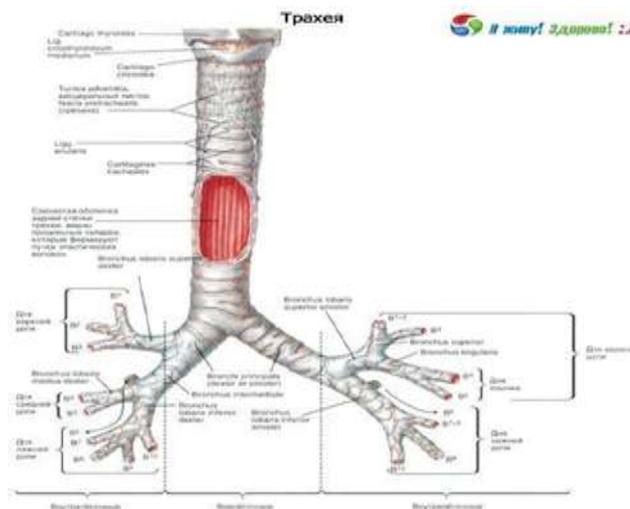
Gambar 3.8: Anstomi Trachea (Paulsen and Waschke, 2015).

Trachea tersusun atas 16 - 20 lingkaran tak- lengkap yang berupa cincin tulang rawan yang diikat bersama oleh jaringan fibrosa dan yang melengkapi lingkaran disebelah belakang trachea, selain itu juga membuat beberapa jaringan otot. Di bagian dalam saluran dilapisi oleh epitelium respiratorik bersilia dan memiliki banyak sel goblet.

Fungsi Trachea adalah(Ganong, F. William 2008).

- a. Penunjang dan menjaga kepatenan, susunan jaringan kartilago dan elastik menjaga kepatenan jalan napas dan mencegah obstruksi jalan napas saat kepala dan leher digerakkan. Tidak adanya kartilago di bagian posterior trakea, memungkinkan trakea berdilatasi dan berkontraksi saat esofagus mengalami distensi saat menelan. Kartilago mencegah kolapsnya trakea saat tekanan internal kurang dari tekanan intratoraksik, yaitu saat akhir ekspirasi.
 - b. Eskalator mukosiliaris, Eskalator mukosiliaris adalah keselarasan frekuensi gerakan silia membran mukosa yang teratur yang membawa mukus dengan partikel yang melekat padanya ke atas laring di mana partikel ini akan ditelan atau dibatukkan.
 - c. Refleks batuk, ujung saraf di laring, trakea, dan bronkus peka terhadap iritasi sehingga membangkitkan impuls saraf yang dihantarkan oleh saraf vagus ke pusat pernapasan di batang otak. Respons refleks motorik terjadi saat inspirasi dalam yang diikuti oleh penutupan glotis, yakni penutupan pita suara. Otot napas abdomen kemudian berkontraksi dan dengan tiba-tiba udara dilepaskan di bawah tekanan, serta mengeluarkan mukus dan/atau benda asing dari mulut
 - d. Penghangat, pelembap, dan penyaring, fungsi ini merupakan kelanjutan dari hidung, walaupun normalnya, udara sudah bersih saat mencapai trachea.
5. Bronchus

Bronchus yang terbentuk dari belahan dua trachea pada ketinggian kira-kira vertebrata torakalis kelima, mempunyai struktur serupa dengan trachea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama. Bronkus-bronkus itu berjalan ke bawah dan kesamping ke arah tampuk paru. Bronkus kanan lebih pendek dan lebih lebar, dan lebih vertikal daripada yang kiri, sedikit lebih tinggi dari arteri pulmonalis dan mengeluarkan sebuah cabang utama lewat di bawah arteri, disebut bronkus lobus bawah.(Guyton, 1990).



Gambar 3.9: Anatomi Bronchus (Paulsen and Waschke, 2015).

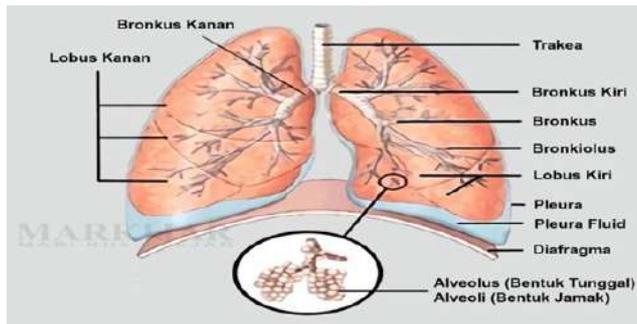
Bronkus kiri lebih panjang dan lebih langsing dari yang kanan, dan berjalan di bawah arteri pulmonalis sebelum di belah menjadi beberapa cabang yang berjalan kelobus atas dan bawah. Cabang utama bronchus kanan dan kiri bercabang lagi menjadi bronchus lobaris dan kemudian menjadi lobus segmentalis. Percabangan ini berjalan terus menjadi bronchus yang ukurannya semakin kecil, sampai akhirnya menjadi bronchiolus terminalis, yaitu saluran udara terkecil yang tidak mengandung alveoli (kantong udara)

Bronchiolus terminalis memiliki garis tengah kurang lebih 1 mm. Bronchiolus tidak diperkuat oleh cincin tulang rawan. Tetapi dikelilingi oleh otot polos sehingga ukurannya dapat berubah. Seluruh saluran udara ke bawah sampai tingkat bronchiolus terminalis disebut saluran penghantar udara karena fungsi utamanya adalah sebagai penghantar udara ke tempat pertukaran gas paru-paru yaitu alveolus. (Guyton, 1990).

6. Paru-paru

Letak paru-paru di rongga dada datarnya menghadap ke tengah rongga dada / kavum mediastinum. Pada bagian tengah terdapat tampuk paru-

paru atau hilus. Pada mediastinum depan terletak jantung. Paru-paru dibungkus oleh selaput tipis yang bernama pleura . Pleura dibagi menjadi dua yaitu pleura visceral (selaput dada pembungkus) yaitu selaput paru yang langsung membungkus paru-paru dan pleura parietal yaitu selaput yang melapisi rongga dada sebelah luar. Antara kedua lapisan ini terdapat rongga kavum yang disebut kavum pleura. Pada keadaan normal, kavum pleura ini vakum/ hampa udara.(Syaifuddin, 2009).



Gambar 3.10: Anatomi Paru-paru(Paulsen and Waschke, 2015)

Paru-paru dibagi menjadi dua bagian, yaitu paru-paru kanan yang terdiri dari 3 lobus (lobus pulmo dekstra superior, lobus pulmo dekstra media, lobus pulmo dekstra inferior) dan paru-paru kiri yang terdiri dari 2 lobus (lobus sinistra superior dan lobus sinistra inferior). Tiap-tiap lobus terdiri dari belahan yang lebih kecil yang bernama segmen. Paru-paru kiri memiliki 10 segmen yaitu 5 buah segmen pada lobus superior dan lima lobus inferior. Paru-paru kiri juga memiliki 10 segmen, yaitu 5 buah segmen pada lobus superior, 2 buah segmen pada lobus medialis, dan 3 segmen pada lobus inferior. Tiap-tiap segmen masih terbagi lagi menjadi belahan-belahan yang bernama lobulus.

Tiap lobulus disuplai oleh udara yang berasal dari bronkiolus terminalis, yang lebih lanjut bercabang menjadi bronkiolus respiratorik, duktus alveolus, dan banyak alveoli (kantong-kantong udara). Terdapat 150 juta alveoli di paru-paru orang dewasa. Hal ini memungkinkan terjadinya pertukaran gas. Saat jalan napas bercabang-cabang menjadi bagian yang lebih kecil, dinding jalan napas menjadi semakin tipis hingga otot dan jaringan ikat lenyap, menyisakan lapisan tunggal sel epitelium skuamosa sederhana di duktus alveolus dan alveoli. Saluran napas distal ditunjang oleh jaringan ikat elastik yang longgar di mana

terdapat makrofag, fibroblas, saraf, pembuluh darah, dan pembuluh limfe. Alveoli dikelilingi oleh jaringan kapiler padat. (Kozier, 2010).

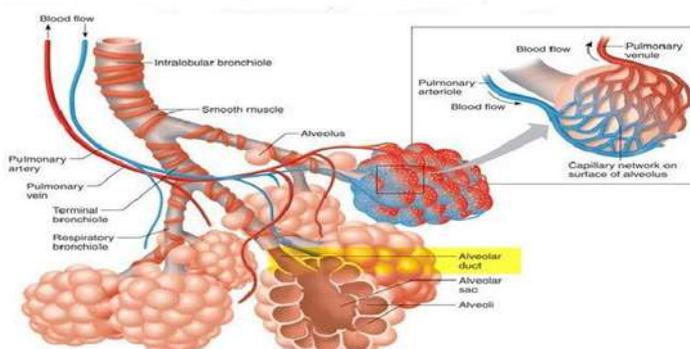
Pertukaran gas di paru (respirasi eksternal) berlangsung di membran yang disusun oleh dinding alveolar dan dinding kapiler yang bergabung bersama. Membran ini disebut membran respiratorik. Di antara sel skuamosa terdapat sel septal yang menyekresi surfaktan, suatu cairan fosfolipid yang mencegah alveoli dari kekeringan. Selain itu, surfaktan berfungsi mengurangi tekanan dan mencegah dinding aiveolus mengalami kolaps saat ekspirasi. Sekresi surfaktan ke saluran napas bawah dan alveoli dimulai saat janin berusia (Kozier, 2010).

Pleura

Paru-paru dibungkus oleh pleura yang menempel langsung ke paru, disebut sebagai pleura visceral. Sedangkan pleura parietal menempel pada dinding rongga dada dalam. Diantara pleura visceral dan pleura parietal terdapat cairan pleura yang berfungsi sebagai pelumas sehingga memungkinkan pergerakan dan pengembangan paru secara bebas tanpa ada gesekan dengan dinding dada(Kozier, 2010).

Alveoli - Alveolus

Merupakan sebuah alat tubuh yang sebagian besar terdiri atas gelembung-gelembung kecil (alveoli). Alveolus yaitu tempat pertukaran gas assinus terdiri dari bronkiolus dan respiratorius yang terkadang memiliki kantong udara kecil atau alveoli pada dindingnya(Guyton, 1990).



Gambar 3.11: Alveoli-Alveolus(Lutjen, Et al, 2001).

Ductus alveolaris seluruhnya dibatasi oleh alveoilis dan saku alveolaris terminalis merupakan akhir paru-paru, asinus atau.kadang disebut lobulus

primer memiliki tangan kira-kira 0,5 s/d 1,0 cm. Terdapat sekitar 20 kali percabangan mulai dari trachea sampai Sakus Alveolaris. Alveolus dipisahkan oleh dinding yang dinamakan pori-pori kohn.(Guyton, 1990).

3.5 Pembulu darah yang memperdarahi

Trunkus pulmonal terbagi menjadi arteri pulmonalis kanan dan kiri, yang membawa darah yang miskin oksigen ke tiap paru. Di dalam paru, arteri pulmonalis terbagi menjadi banyak cabang, yang akhirnya bermuara di jaringan kapiler padat di sekitar dinding alveoli. Dinding alveoli dan kapiler terdiri atas hanya satu lapisan sel epitelium gepeng. Pertukaran gas antara udara di paru dan darah di kapiler berlangsung pada dua selaput yang sangat halus (keduanya disebut membran pernapasan). Kapiler pulmonal bergabung membentuk dua vena pulmonalis di tiap paru. Vena ini keluar dari paru melalui hilum dan membawa darah yang kaya oksigen ke atrium kiri jantung. Kapiler darah dan pembuluh darah yang sangat banyak di paru ditunjang oleh jaringan(Guyton, 1990).

Suplai Darah dalam paru-paru setiap arteria pulmonalis, membawa darah deoksigenasi dari ventrikel kanan jantung, memecah bersama dengan setiap bronkus menjadi cabang-cabang untuk lobus, segmen dan lobules. Cabang-cabang terminal berakhir dalam sebuah jaringan kapiler pada permukaan setiap alveolus. Jaringan kapiler ini mengalir ke dalam vena yang secara progresif makin besar, yang akhirnya membentuk vena pulmonalis, dua pada setiap sisi, yang dilalui oleh darah yang teroksigenasi ke dalam atrium kiri jantung. Arteria bronchiale yang lebih kecil dari aorta menyuplai jaringan paru dengan darah yang teoksigenasi(Guyton, 1990).

3.6 Fisiologi Sistem Pernafasan

Respirasi dibagi menjadi 2 bagian , yaitu respirasi eksternal di mana proses pertukaran O₂ dan CO₂ ke dan dari paru ke dalam O₂ masuk ke dalam darah dan CO₂ + H₂O masuk ke paru paru darah. kemudian dikeluarkan dari tubuh dan respirasi internal/respirasi sel di mana proses pertukaran O₂ dan peristiwa

CO₂ di tingkat sel biokimiawi untuk proses kehidupan (Ganong F. William, 2008).

Proses pernafasan terdiri dari 2 bagian, yaitu sebagai berikut:

1. Ventilasi pulmonal yaitu masuk dan keluarnya aliran udara antara atmosfer dan alveoli paru yang terjadi melalui proses bernafas (inspirasi dan ekspirasi) sehingga terjadi difusi gas (oksigen dan karbondioksida) antara alveoli dan kapiler pulmonal serta transport O₂ dan CO₂ melalui darah ke dan dari sel jaringan.
2. Mekanik pernafasan yaitu masuk dan keluarnya udara dari atmosfer ke dalam paru-paru dimungkinkan oleh peristiwa mekanik pernafasan yaitu inspirasi dan ekspirasi.
 - a. Inspirasi (inhalasi) adalah masuknya O₂ dari atmosfer ke dalam jalan nafas. Dalam inspirasi pernafasan perut, otot diafragma akan berkontraksi dan kubah diafragma turun (posisi diafragma datar), selanjutnya ruang otot intercostalis externa menarik dinding dada agak keluar, sehingga volume paru-paru membesar, tekanan dalam paru-paru akan menurun dan lebih rendah dari lingkungan luar sehingga udara dari luar akan masuk ke dalam paru-paru.
 - b. Ekspirasi (exhalasi) adalah keluarnya CO₂ dari paru ke atmosfer melalui jalan nafas. Apabila terjadi pernafasan perut, otot diafragma naik kembali ke posisi semula (melengkung) dan muskulus intercostalis interna relaksasi. Akibatnya tekanan dan ruang di dalam dada mengecil sehingga dinding dada masuk ke dalam udara keluar dari paru-paru karena tekanan paru-paru meningkat.
3. Transportasi gas pernafasan (Ganong F. William, 2008).
 - a. Ventilasi
Selama inspirasi udara mengalir dari atmosfer ke alveoli. Selama ekspirasi sebaliknya yaitu udara keluar dari paru-paru. Udara yang masuk ke dalam alveoli mempunyai suhu dan kelembaban atmosfer. Udara yang dihembuskan jenuh dengan uap air dan mempunyai suhu sama dengan tubuh.

b. Difusi

Proses di mana terjadi pertukaran O₂ dan CO₂ pada pertemuan udara dengan darah. Tempat difusi yg ideal yaitu di membran alveolar-kapilar karena permukaannya luas dan tipis. Pertukaran gas antara alveoli dan darah terjadi secara difusi. Tekanan parsial O₂ (PaO₂) dalam alveolus lebih tinggi dari pada dalam darah O₂ dari alveolus ke dalam darah. Sebaliknya (PaCO₂) darah lebih besar dari (PaCO₂) alveolus sehingga perpindahan gas tergantung pada luas permukaan dan ketebalan dinding alveolus. Transportasi gas dalam darah O₂ perlu ditransport dari paru-paru ke jaringan dan CO₂ harus ditransport kembali dari jaringan ke paru-paru. Beberapa faktor yang memengaruhi dari paru ke jaringan, yaitu:

- Cardiac output.
- Jumlah eritrosit.
- Exercise

Hematokrit darah, akan meningkatkan viskositas darah mengurangi transport O₂ menurunkan CO₂.

c. Perfusi pulmonal

Merupakan aliran darah aktual melalui sirkulasi pulmonal di mana O₂ diangkut dalam darah membentuk ikatan (oksi Hb) / Oksihaemoglobin (98,5%) sedangkan dalam eritrosit bergabung dgn Hb dalam plasma sbg O₂ yg larut dlm plasma (1,5%). CO₂ dalam darah ditransportasikan sebagai bikarbonat, dalam eritrosit sebagai natrium bikarbonat, dalam plasma sebagai kalium bikarbonat, dalam larutan bergabung dengan Hb dan protein plasma. CO₂ larut dalam plasma sebesar 5 – 7 % , HbNHCO₃ Carbamoni Hb (carbamate) sebesar 15 – 20 % , Hb + CO₂ HbCO₂ bikarbonat sebesar 60 – 80% .

3.7 Pengaturan dan Pengendalian Pernafasan

Mekanisme pernafasan diatur dan dikendalikan oleh 2 faktor utama yaitu kimiawi dan pengendalian oleh saraf. (Ganong, F. William 2008).

3.7.1 Kendali Kimiawi

Faktor kimiawi adalah faktor utama dalam pengendalian dan pengaturan frekwensi, kecepatan dan dalamnya gerakan pernafasan. Pusat pernafasan di sumsum sangat peka terhadap reaksi kimia. Karbondioksida adalah produk asam dari metabolisme, yang merangsang pusat pernafasan untuk mengirim keluar impuls saraf yang bekerja atas otot pernafasan. (Ganong F. William, 2008).

Latihan menyebabkan peningkatan pada jumlah karbondioksida dan yang dihasilkan oleh kerja otot-otot. Peningkatan kadar karbon dioksida dalam darah, atau peningkatan konsentrasi ion hidrogen (H) darah, mempunyai efek kuat yang langsung pada neuron-neuron susunan retikular yang menyebabkan peningkatan kecepatan dan kedalaman pernafasan dengan peningkatan ekskresi karbon dioksida.

Pusat pengendalian ada di kemoreseptor yang mendeteksi perubahan kadar oksigen, karbondioksida dan ion hydrogen dalam darah arteri dan cairan serebrospinalis dan menyebabkan penyesuaian yang tepat antara frekuensi dan kedalaman respirasi. (Ganong F. William, 2008)

1. Kemoreseptor sentral, yaitu neuron yang terletak dipermukaan ventral lateral medulla. Peningkatan kadar karbondioksida dalam darah arteri dan cairan serebrospinalis merangsang peningkatan frekuensi dan kedalaman respirasi. Penurunan kadar oksigen hanya sedikit berpengaruh pada kemoreseptor sentral.
2. Kemoreseptor perifer yaitu terletak dibadan aorta dan karotid pada system arteri. Kemoreseptor ini merespon terhadap perubahan konsentrasi ion oksigen, karbondioksida dan ion hidrogen. Sebagai contoh jika kita melakukan olahraga maka akan terjadi proses pembakaran di dalam tubuh, hal ini memerlukan oksigen yang sangat

besar, maka efek dari kompensasi tubuh adalah dengan jalan repirasi yang cepat dan dalam untuk menyediakan bahan bakar tersebut, sewaktu kita mulai istirahat maka tubuh akan kembali normal karena oksigen yang dibutuhkan standart karena pembakaran yang terjadi tidak terlalu banyak (standart). (Ganong F. William, 2008).

3.7.2 Kendali syaraf

Pernafasan dikendalikan oleh sel-sel saraf dalam susunan retikularis dibatang otak, terutama pada medulla. Sel-sel ini mengirim impuls menuruni medulla spinalis, kemudian melalui saraf frenkus ke diafragma, dan melalui saraf-saraf interkostalis ke otot-otot interkostalis. Jadi pusat pernafasan ialah suatu pusat otomatis di dalam medula oblongata yang mengeluarkan impuls eferen ke otot pernafasan impuls aferen yang dirangsang oleh pemekaran gelembung udara. yang diantarkan oleh saraf vagus kepusat pernafasan di dalam medula. (Ganong F. William, 2008).

Susunan retikularis mempunyai pola aktivitas saraf dengan irama teratur yang mempertahankan aktivitas berirama dari otot-otot ini. Irama ini dilengkapi dengan Hering-Breuer yaitu reseptor-reseptor yang regang yang terdapat pada perenkhim paru-paru yang memancarkan rangsangan ke medula oblongata melalui vagus, pengembangan paru-paru yang cepat menghambat rangsang respirasi. Reseptor regangan di jaringan paru mengirim impuls-impuls melalui nervus vagus ke batang otak impuls ini menghambat inspirasi saat paru-paru dikembangkan, dan merangsang inspirasi bila paru di kempeskan. Selain nyeri, dan impuls saraf dari gerakan anggota badan, menyebabkan peningkatan pada kecepatan dan kedalaman pernafasan, karena kerjanya pada susunan retikular

Beberapa faktor tertentu merangsang pusat pernafasan yang terletak di dalam medula oblongata, dan kalau dirangsang maka pusat itu mengeluarkan impuls yang disalurkan oleh saraf spinalis ke otot pernafasan yaitu diafragma dan otot interkostalis. Rangsang ritmis (berirama) pada medula oblongata menimbulkan pernafasan otomatis. Darah medula oblongata yang berhubungan dengan pernafasan secara klasik dinamakan pusat pernafasan. (Ganong F. William, 2008)

Ada 2 kelompok neuron pernafasan, kelompok sosial yang dekat dengan nukleus traktus solitarius adalah sumber irama yang yang mengendalikan neuron motoris phrenicus kontralateral. Neuron-neuron ini juga memproyeksikan diri dan mengendalikan golongan ventral. Golongan ini

mempunyai 2 bagian, Bagian kranial dibentuk oleh neuron-neuron nucleus ambiguus yang mempersarafi otot-otot pembantu pernafasan ipsilateral, pada hakekatnya melalui nervus vagus. Bagian caudal dibentuk oleh neuron-neuron dalam nucleus retroambigualis yang menyelenggarakan pengendalian inspirasi dan ekspirasi ke neuron-neuron motoris yang mempersarafi intercostalis. Pernafasan spontan ditimbulkan oleh rangsang yang ritmis neuron motoris yang mempersarafi otot-otot pernafasan. Rangsang ini secara keseluruhan tergantung pada impuls-impuls saraf otak (Ganong F. William, 2008)

Bab 4

Anatomi dan Fisiologi Sistem Kardiovaskular

4.1 Pendahuluan

Kardiovaskular merupakan alat vital pada manusia, manusia tidak dapat hidup tanpa sistem kardiovaskular, begitu pentingnya sistem ini sehingga sangat tepat kita harus dibahas dengan lengkap dan komprehensif, mekanisme yang dilakukan oleh jantung dan pembuluh darah yang sangat penting bagi mekanisme hidup manusia (Lilik Pranata, 2020).

4.2 Mekanisme Jantung dan Pembuluh darah

Sistem Kardiovaskular merupakan Kerja sama antara

1. Organ jantung dan pembuluh darah
2. Fungsi transportasi dan sirkulasi darah
3. Sistem saraf & volume dara

Analogi dengan kerja jantung dengan mekanisme air dapat mengalir ke rumah anda ?

1. Pompa = Jantung
2. Pipa = Pembuluh darah
3. Listrik = Sistem saraf
4. Air = Komponen darah

Letak jantung

1. Letak: di dalam rongga mediastinum dari rongga dada diantara kedua paru.
2. Besar: Seperti kepalan tangan individu
3. Panjang: 12 cm, lebar: 8 – 9 cm, berat: 310 gr (laki-laki) dan 255 gr (wanita)

Lapisan Jantung

1. Pericardium: Lapisan luar spt kantung
2. Myocardium: Otot jantung
3. Endocardium: Lapisan dalam jantung

Perikardium

Perikardium Fibrosa: Lapisan paling luar rongga Pericardium

Berfungsi Menjaga kedudukan jantung di rongga mediastinum

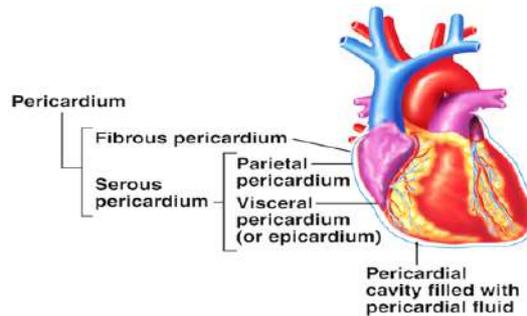
Perikardium Serosa: Lapisan parietalis

Berfungsi Lapisan bagian dalam dari rongga pericardial

Lapisan visceralis / epicardium

Rongga Perikardium: Cairan pericardium

Berfungsi Mengurangi gesekan saat jantung bergerak



Gambar 4.1: Lapisan jantung

Anatomi Jantung

Ruang jantung:

1. Atrium kanan dan kiri
2. Ventrikel kanan dan kiri

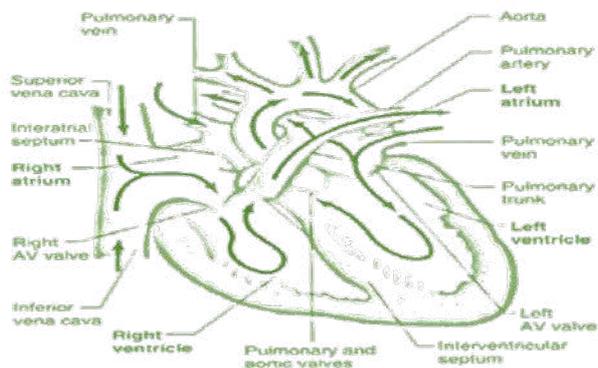
Katup jantung:

Katup Atrioventricular (menghubungkan antara atrium dan ventrikel)

Kanan: Tricuspid, Kiri: Bicuspid/Mitral

Katup Semilunar

1. Kanan: Katup pulmonal
2. Kiri: Katup aorta



Gambar 4.2: Sirkulasi darah dalam jantung

4.2.1 Kerja Jantung

Jantung dapat melakukan fungsinya sebagai pemompa atau dapat berkontraksi dengan baik, ini disebabkan jantung memiliki 3 hal yaitu:

1. Penghasil listrik secara otomatis (pacemaker)
2. Konduksi listrik
3. Otot-otot jantung

Ruang Jantung

1. Atrium kiri
2. Atrium kanan
3. Ventrikel kiri
4. Ventrikel kanan.

Atrium kiri dan atrium kanan - tekanan rendah

Fungsi: Atrium kanan menerima darah dari vena kava superior dan inferior, atrium kiri menerima darah dari vena pulmonalis.

Ventrikel kiri dan kanan - kekuatan utama pompa jantung.

Fungsi: Ventrikel kanan menerima darah dari atrium kanan dan memompakannya ke arteri pulmonalis, ventrikel kiri menerima darah dari atrium kiri dan memompakan darah ke aorta.

Katup Jantung

1. Katup Atrioventrikuler: Antara atrium kanan dan ventrikel kanan
2. Katup tricuspidalis: Antara atrium kiri dan ventrikel kiri
3. Katup bicuspidalis / mitral.

Katup atrioventrikuler memungkinkan darah mengalir dari masing-masing atrium ke ventrikel pada saat fase diastole ventrikel, mencegah aliran balik pada saat sistole ventrikel (kontraksi).

Katup Semilunar

1. Antara ventrikel kanan dan arteri pulmonalis
2. semilunar pulmonal: Antara ventrikel kiri dan aorta
3. Semilunar aorta.

4. Katup semilunar memungkinkan darah mengalir dari masing-masing ventrikel ke arteri pulmonalis atau aorta selama sistole ventrikel, mencegah aliran darah balik waktu diastole ventrikel.

Istilah dalam jantung yang akan mempermudah mempelajari

1. Jantung, 2 pompa
2. Berhimpit jadi 1
3. Jantung kanan & kiri
4. Dipisahkan sekat jantung
5. Pipa: Sistemik & Pulmonal
6. Jantung kiri: Pulmonal sistemik
7. Pipa: Arteri = Kaya O₂
8. Jantung kanan
9. Sistemik pulmonal
10. Pipa: Vena = Kaya CO₂
11. Atrium kiri-kanan
12. Ventrikel kiri-kanan
13. Aliran Darah
14. Pulmonal
15. Atrium kiri
16. Ventrikel kiri
17. Arteri
18. Kapiler (Jaringan)
19. Vena
20. Atrium kanan
21. Ventrikel kanan
22. Organ Jantung
23. Jaringan otot
24. Berkontraksi scr otonom
25. Sel-sel otot jantung
26. Dinding sel tidak berbatas tegas
27. Masing-masing sel saling berhubungan
28. pangkal-ujung

29. Memudahkan aliran
30. potensial listrik

4.2.2 Irama & Regulasi Denyut Jantung

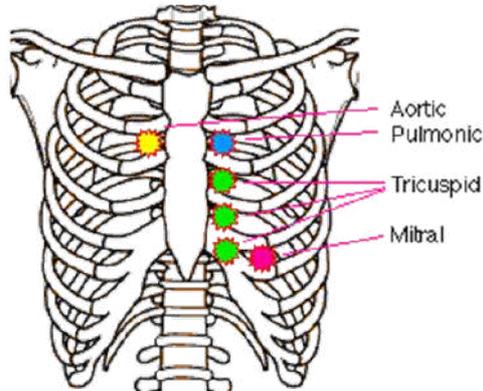
Jantung sebagai pompa, Kontraksi-relaksasi (mirip pompa tensi).

1. Kontraksi, Jantung meremas diri volume ruang ↓ darah keluar ke arteri
2. Relaksasi Jantung membesar (elastis) volume ↑ darah dari vena masuk
3. Kontraksi-relaksasi bergantung rangsang potensial listrik yang mengalir Stimulasi aliran listrik kontraksi Aliran listrik hilang relaksasi

Stimulasi Listrik Jantung

Otot rangka rangsang dari saraf

Otot jantung: Stimulasi dibangkitkan oleh nodus sinoatrial atrial (SA-node) SA-node terletak di belakang atrium kanan SA-node disebut juga pacemaker (pencetus/pembangkit rangsang)

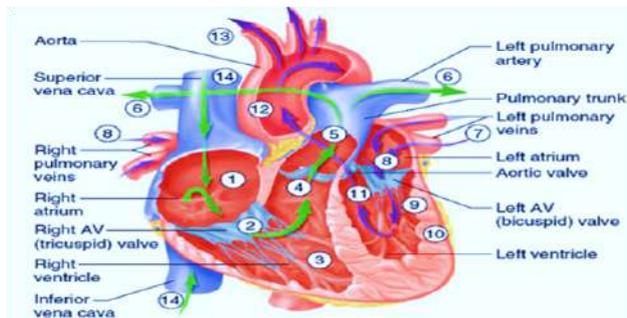


Gambar 4.3: Katub jantung

Fungsi katup

Katup hanya membuka ke 1 arah Ditahan oleh masing-masing daun katup AV Tahanan diperkuat oleh korda tendinae, Darah tidak dapat kembali kebelakang

Bunyi Jantung: Stetoskop Lub-Dub—Lub-Dub



Gambar 4.5: Arah aliran darah di jantung

Darah yang miskin O₂ - atrium dekstra melalui vena cava superior dan inferior ventrikel dekstra melalui katup trikuspidal- paru-paru melalui katup pulmonal (arteri pulmonal)- Darah yang kaya O₂ masuk ke atrium sinistra melalui vena pulmonal- ventrikel sinistra melalui katup mitral- ke seluruh tubuh melalui katup aorta

Periode Kerja Jantung

1. Periode Sistole

Jantung bagian ventrikel menguncup, katup mitral dan trikuspidalis dalam keadaan tertutup, katup aorta dan pulmonal terbuka sehingga darah dari ventrikel dekstra mengalir ke arteri pulmonalis masuk ke dalam paru-paru. Darah dari ventrikel sinistra mengalir ke aorta dan ke seluruh tubuh

2. Periode diastole

Jantung mengembang, katup mitral dan trikuspidalis dalam keadaan terbuka, darah dari atrium sinistra masuk ke ventrikel sinistra dan darah dari atrium dekstra masuk ke ventrikel dekstra.

Selanjutnya darah yang datang dari paru-paru melalui vena pulmonalis masuk ke atrium sinistra. Darah dari seluruh tubuh melalui vena kava superior dan inferior masuk ke dalam atrium dekstra.

Pembuluh darah

1. Pembuluh darah arteri
Tempat mengalir darah yang dipompa dari ventrikel, Merupakan pembuluh yang elastis , Tekanan pembuluh lebih kuat dari pada pembuluh vena, Memiliki sebuah katup (valvula semilunaris) yang berada tepat di luar jantung.
2. Terdiri atas: Aorta yaitu pembuluh dari ventrikel kiri menuju ke seluruh tubuh
Arterioli yaitu percabangan arteri
3. Kapiler
Diameter lebih kecil dibandingkan arteri dan vena, Dindingnya terdiri atas sebuah lapisan tunggal endothelium. Dindingnya terdiri atas 3 lapis yaitu: Lapisan bagian dalam yang terdiri atas Endothelium, Lapisan tengah terdiri atas otot polos dengan Serat elastis , Lapisan terluar yang terdiri atas jaringan ikat Serat elastis
4. Pembuluh Balik (Vena)
Terletak di dekat permukaan kulit sehingga mudah di kenali , Dinding pembuluh lebih tipis dan tidak elastis. Tekanan pembuluh lebih lemah di bandingkan pembuluh nadi , Terdapat katup yang berbentuk seperti bulan sabit (valvula semi lunaris) dan menjaga agar darah tak berbalik arah. Terdiri dari:

Vena cava superior yang bertugas membawa darah dari bagian atas tubuh menuju atrium kanan jantung. Vena cava inferior yang bertugas membawa darah dari bagian bawah tubuh ke atrium kanan jantung.

Vena cava pulmonalis yang bertugas membawa darah dari paru-paru ke atrium kiri jantung.

4.2.3 Sistem Peredaran Darah Manusia

Peredaran darah manusia merupakan peredaran darah tertutup karena darah yang dialirkan dari dan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah dan darah mengalir melewati jantung sebanyak dua kali sehingga disebut sebagai peredaran darah ganda yang terdiri dari

1. Peredaran darah panjang/besar/sistemik
Adalah peredaran darah yang mengalirkan darah yang kaya oksigen dari ventrikel kiri jantung lalu diedarkan ke seluruh jaringan tubuh. Oksigen bertukar dengan karbondioksida di jaringan tubuh. Lalu darah yang kaya karbondioksida dibawa melalui vena menuju atrium kanan jantung.
2. Peredaran darah pendek/kecil/pulmonal
Adalah peredaran darah yang mengalirkan darah dari jantung ke paru-paru dan kembali ke jantung. Darah yang kaya karbondioksida dari bilik kanan dialirkan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis, di alveolus paru-paru darah tersebut bertukar dengan darah yang kaya akan oksigen yang selanjutnya akan dialirkan ke serambi kiri jantung melalui vena pulmonalis.

Proses peredaran darah dipengaruhi juga oleh kecepatan darah, luas penampang pembuluh darah, tekanan darah dan kerja otot yang terdapat pada jantung dan pembuluh darah.

Kelainan Pada Sistem Peredaran Darah

Kelainan atau penyakit pada sistem peredaran darah antara lain:

1. Arteriosklerosis yaitu pengerasan pembuluh nadi karena endapan lemak berbentuk plak (kerak) yaitu jaringan ikat berserat dan sel-sel otot polos yang di infiltrasi oleh lipid (lemak).
2. Anemia yaitu rendahnya kadar hemoglobin dalam darah atau berkurangnya jumlah eritrosit dalam darah.
3. Varises yaitu pelebaran pembuluh darah di betis
4. Hemoroid (ambeien) pelebaran pembuluh darah di sekitar dubur
5. Ambolus yaitu tersumbatnya pembuluh darah karena benda yang bergerak.
6. Trombus yaitu tersumbatnya pembuluh darah karena benda yang tidak bergerak.
7. Hemofilia yaitu kelainan darah yang menyebabkan darah sukar membeku (diturunkan secara hereditas).

8. Leukemia (kanker darah) yaitu peningkatan jumlah eritrosit secara tidak terkendali.
9. Erithroblastosis fetalis yaitu rusaknya eritrosit bayi/janin akibat aglutinasi dari antibodi yang berasal dari ibu.
10. Thalasemia yaitu anemia yang diakibatkan oleh rusaknya gen pembentuk hemoglobin yang bersifat menurun.
11. Hipertensi yaitu tekanan darah tinggi akibat arteriosklerosis.

Bab 5

Anatomi Fisiologi Sistem Persyarafan

5.1 Pendahuluan

Cara manusia bertindak dan bereaksi bergantung pada pengolahan neuron yang tersendiri, terorganisir, dan kompleks (Sherwood, L. 2014). Banyak pola neuron yang menunjang proses kehidupan manusia seperti neuron pengontrol pola sistem pernafasan, kardiovaskuler, pencernaan dan fungsi vital tubuh lainnya.

Sistem saraf adalah satu dari sistem kontrol utama tubuh, selain sistem endokrin. Sistem saraf dibentuk oleh jaringan interaktif kompleks dari tiga jenis dasar sel saraf -neuron aferen, neuron eferen dan antar neuron (Sherwood, L. 2014). Sistem saraf juga mengontrol apa yang terjadi secara otomatis yang Anda mungkin kurang menyadarinya di tubuh Anda. Seperti jantung terus berdenyut, makanan yang tercerna, udara yang lewat di dan keluar dari paru-paru, dan menyembuhkan luka. Dalam kenyataannya, sistem saraf mengontrol segala sesuatu yang tubuh lakukan, apakah Anda sadar atau tidak. Sistem saraf adalah kumpulan dari miliaran sel khusus dan jaringan ikat dan terdiri dari dua bagian utama. Bagian sentral terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang dan disebut sistem saraf pusat (SSP). Bagian di luar disebut sistem saraf tepi (perifer) (SST).

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana anatomi dan fisiologi sistem persyarafan .

5.2 Definisi Sistem Saraf

Sistem atau susunan saraf merupakan salah satu bagian terkecil dari organ dalam tubuh, dan bagian yang paling kompleks. Susunan saraf manusia memiliki arus informasi yang cepat dengan kecepatan pemrosesan yang tinggi dan tergantung pada aktivitas listrik (impuls saraf) (Bahrudin, 2013).

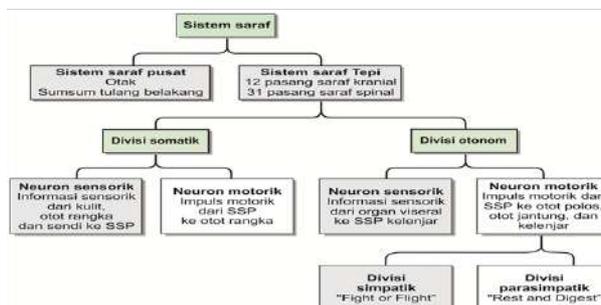
Sistem saraf adalah pusat kontrol tubuh, pengaturan dan jaringan komunikasi. Dia mengarahkan fungsi organ dan sistem tubuh. Pusat dari semua aktivitas mental, meliputi pemikiran, pembelajaran, dan memori (Chalik, 2016)

Menurut Chalik (2016), berbagai aktivitas sistem saraf dapat dikelompokkan bersama dalam tiga kategori umum.

1. Fungsi sensorik. Sistem saraf menggunakan jutaan reseptor sensorik nya untuk memantau perubahan yang terjadi baik di dalam dan luar tubuh. Informasi yang dikumpulkan disebut input sensorik
2. Fungsi Integritas Sistem saraf memproses dan menafsirkan input sensorik kemudian memutuskan apa yang harus dilakukan pada setiap saat. Proses ini disebut integrasi.
3. Fungsi motorik Sistem saraf mengaktifkan organ efektor, (otot dan kelenjar) untuk menimbulkan respon. Proses ini disebut output motorik.

5.3 Organisasi Sistem Saraf

Sistem saraf terbagi menjadi dua yaitu sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf tepi (SST). Sistem saraf pusat terdiri dari Cerebrum, batang otak (mesencephalon, pons dan medula oblongata, cerebellum dan medula spinalis. Sistem saraf tepi terdiri dari 12 pasang saraf cranial dan 31pasang saraf spinal (Furqonita, 2019).



Gambar 5.1: Organisasi sistem saraf. Sumber: Chalik .(2016).

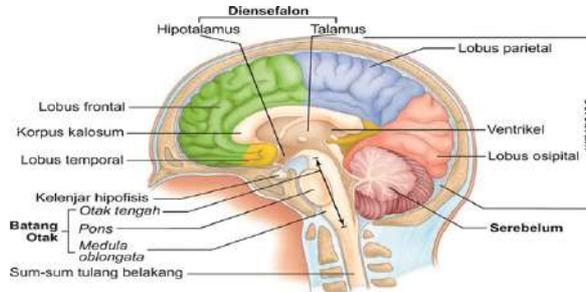
Organisasi Sistem saraf dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama. Pertama adalah sistem saraf pusat (SSP), yang merupakan pusat kontrol untuk seluruh sistem dan pusat integrasi saraf tubuh. Ini terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang. Menerima informasi yang masuk (impuls saraf), analisis dan mengorganisasikannya, dan memulai tindakan yang tepat. Semua sensasi tubuh dan perubahan lingkungan eksternal kita harus disampaikan dari reseptor dan organ perasa ke SSP untuk ditafsirkan (apa yang mereka maksud). Dan kemudian, jika perlu, bertindak atas (seperti menjauh dari sumber rasa sakit atau bahaya). Kategori utama kedua adalah sistem saraf tepi (SST).

Alur informasi pada sistem saraf dapat dipecah secara skematis menjadi tiga tahap. Satu stimulus eksternal atau internal yang mengenai organ-organ sensorik akan menginduksi pembentukan impuls yang berjalan ke arah susunan saraf pusat (SSP) (impuls afferent), terjadi proses pengolahan yang kompleks pada SSP (proses pengolahan informasi) dan sebagai hasil pengolahan, SSP membentuk impuls yang berjalan ke arah perifer (impuls efferent) dan memengaruhi respons motorik terhadap stimulus (Bahrudin,2013).

5.4 Tinjauan Anatomi Fisiologi Sistem Saraf

Otak merupakan organ paling besar dan paling kompleks pada sistem saraf. Otak terdiri atas lebih dari 100 miliar neuron dan serabut saraf terkait. Jaringan otak memiliki konsistensi seperti gelatin. Organ semisolid ini memiliki berat 1.400 g (sekitar 3 pon) pada orang dewasa (Black & Hawks, 2014). Otak juga

merupakan alat tubuh yang sangat penting dan sebagai pusat pengatur dari segala kegiatan manusia yang terletak di dalam rongga tengkorak. Bagian utama otak adalah otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum) dan otak tengah (Khanifuddin, 2012).



Gambar 5.2: Bagian Utama Otak Manusia. Sumber: Chalik .(2016).

Tabel 5.1: Ringkasan Struktur dan fungsi komponen-komponen utama otak (Sherwood, Laurale 2018).

No	Komponen Otak	Fungsi Utama
1	Korteks Serebrum	Persepsi sensorik, kontrol gerakan volunter, bahasa, sifat pribadi, proses mental canggih, misalnya berfikir, mengingat, membuat keputusan, kretivitas dan kesadaran diri
2	Nukleus Basal	Inhibisi tonus otot, kordinasi gerak yang lambat dan menetap, penekakan pola-pola gerak yang tak berguna
3	Talamus	Stasiun pemancar untuk semua masukan sinaps, kesadaran kasar terhadap sensasi, beberapa tingkat kesadaran, berperan pada kontrol motorik
4	Hipotalamus	Mengatur banyak fungsi homeostatik, misal kontrol suhu, rasa haus, pengeluaran urin, dan asupan makanan, penghubung penting antara sistem saraf dan endokrin, sangat terlibat dalam emosi dan prilaku dasar

5	Serebelum	Memelihara keseimbangan, peningkatan tonus otot, koordinasi dan perencanaan aktivitas otot volunter yang terlatih
	Batang Otak (Otak Tengah, pons dan medula spinalis)	Asal dari sebagian besar saraf kranial, perifer, pusat pengaturan kardiovaskular respirasi dan pencernaan, pengaturan refleks otot yang terlibat dalam keseimbangan dan postur, penerimaan integrasi semua masukan sinaps dari korda spinalis, keadaan terjaga dan pengaktifan korteks serebrum, pusat tidur

5.4.1 Cerebrum

Serebrum terbagi oleh lekukan dalam (fisura longitudinalis) menjadi dua bagian yang disebut hemisfer serebri. Lapisan luar serebrum disebut korteks serebri. Korteks serebri tersusun atas substansi gras (didominasi oleh badan sel saraf dan dendris) yang berbentuk dalam kelokan kelokan atau girus sekitar 75% badan sel saraf otak terletak dikorteks. Lekukan dangkal diantara girus (sulkus) membagi korteks serebri menjadi 5 lobus: frontalis, parietalis, oksipitalis, temporalis dan sentral (Blakck and Hawsk, 2014).

Tabel 5.2: Aktivitas utama lobus -lobus otak (Blakck and Hawsk, 2014)

Lobus Otak	Fungsi
<i>Lobus frontalis,</i>	Di lobus frontalis girus presentralis (<i>korteks motorik</i>) mengontrol aktivitas motorik volunter. Kebanyakan serabut saraf ini menyilang ke sisi otak yang berlawanan pada medulla dan turun atau desenden melalui medula spinalis sebagai traktus <i>kortikospinal lateralis</i> . Area anterior girus presentaris (<i>area premotor</i>) juga berhubungan dengan aktivitas motoric volunteer. <i>Area Brocca</i> , terletak dianterior korteks motoric primer dan superior sulkus lateralis mengoordinasi aktivitas muscular kompleks mulut, lidah dan laring serta

Lobus Otak	Fungsi
	memungkinkan pembicaraan ekspresif (<i>motoric</i>) kerusakan pada area ini akan menyebabkan klien tidak bisa berbicara dengan jelas suatu gangguan yang disebut <i>afasia brocca</i> .
<i>Llobus parietalis</i>	Tiap <i>lobus parietalis</i> berlokasi posterior dari ulkus sentral Rolando dan mengandung area reseptif somatic (taktil) primer dan area asosiasi somatic (taktikl) girus postsentralis dan bagian anterior lobus parietalis merupakan area reseptif primer (interpretasi) untuk sensasi taktil (seperti suhu, sentuhan, tekanan). Area asosiasi menempati sisa lobus parietalis. Pembentukan konsep dan abstraksi dilakukan oleh area asosiasi parietal. Area parietal kanan juga dominan untuk orientasi spasial dan kesadaran akan ukuran dan bentuk (<i>stereognosis</i>) dan posisi tubuh (<i>proprioepsi</i>). Area parietal kiri membantu orientasi kanan-kiri dan matematika.
<i>Lobus oksipitalis</i>	Tiap lobus <i>oksipitalis</i> mengandung area reseptif (visual primer (interpretasi) dan area asosiasi visual. Korteks visual primer terletak pada sisi sulkus kalkarin. Area selain korteks visual primer pada lobus <i>oksipitalis</i> adalah area ini yang memberikan kontribusi pada kemampuan kita mengenali secara visual dan memahami lingkungan kita.
<i>Lobus temporalis</i>	Tiap <i>lobus temporalis</i> terletak di bawah (inferior) sulkus lateralis. Lobus temporalis mengandung area reseptif auditori primer (interpretasi) dan area asosiasi auditori. Menurut bahasa disimpan di area asosiasi auditori.

5.4.2 Batang Otak

Batang otak terdiri atas otak tengah, pons, medula oblongata. Struktur ini terdiri atas jaras ascendens, formasio retikularis, dan jaras descendens motorik dan autonomik (Guyton and Hall. 2014).

5.4.3 Cerebellum

Serebelum terdiri atas substansia alba dan grisea. Korteks serebeli merupakan lapisan tipis substansia grisea yang tersusun atas girus yang dalam dan panjang, berjalan paralel yang disebut folia dan dipisahkan oleh sulkus sereberalis. Fisura dalam membagi serebelum menjadi tiga lobus, tetapi pembagian fungsional serebelum terdiri dari hemisfer kanan dan kiri yang dipisahkan oleh suatu pita tipis substansia alba yang disebut sebagai vermis. Kelanjutan dua meter yang disebut falkus serebeli memisahkan kedua hemisfer.

Serebelum mengintegrasikan informasi sensoris berkaitan dengan posisi bagian tubuh, koordinasi gerakan otot skelet dan mengatur kekuatan otot yang penting untuk keseimbangan dan postur. Tiga pasang straktus saraf (pedunkulus serebelaris) berperan sebagai jaras komunikasi.

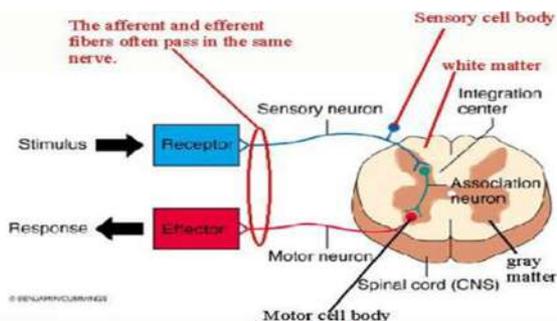
(hipokampus), talamus, hipotalamus, dan ganglia basal. Bagian ini berperan sebagai pusat perasaan dan kontrol ekspresi emosional (rasa takut, marah, senang, sedih). Sistem limbik (komponen lobus temporalis) juga menerima serabut saraf dari bulbus olfaktorius sehingga berperan penting dalam interpretasi bau-bauan (Blakck and Hawsk, 2014).

5.4.4 Medulla Spinalis

Medula spinalis bagian dari yang dikelilingi dan dilindungi oleh kolumna vertebralis berlanjut ke medula dan di dalamnya terdapat suatu kanalis vertebrali (ruang di dalam kolumna vertebralis) pada 2/3 atas medula spinalis. Medula spinalis kaudalis berakhir di suatu struktur berbentuk kerucut yang disebut konus medularis setinggi lumbai (1, -1) dan lumbai (1,-2). Medula spinalis dibagi menjadi empat area (1) medula servikalis (2) medula torakalis (3) medula lumbalis (4) medula cakram (krisis medularis) (Sherwood, L. 2014).

Kedalam medula spinalis, substansia grasia berbentuk kupu kupu (kebanyakan tidak mengalami mielinisasi) di kelilingi oleh subtansia Alba yang sebagian mengalami mielinisasi. Subtansia mengandung traktus ascenden dan desenden yang menghantarkan impuls saraf antara otak dan sel diluar ssp. Badan sel saraf

pada substansia grisea dikelompokkan menjadi Nuklei dan Lamina (kelompok atau kolumna yang terdiri atas sel sel). Traktir pada substansia Alba tersusun menjadi tiga pasang kolumna: lateralis, posterior dan anterior (Blakck and Hawsk, 2014)



Gambar 5.3: Bagian Area Medula Spinalis (Khafinuddin, 2012).

1. Jaras Asenden dan Desenden

Jaras asenden (sensorik) membawa informasi dari medula spinalis menuju otak. Sebagai contoh traktus epistalamikus membawa informasi sensorik dari medula spinalis ke talamus. Setelah bersinaps di talamus, informasi tersebut ke regio regio otak seperti lobus parietalis. Jaras desenden (motorik) membawa sebagian besar sinyal ke medula spinalis. Traktus kortikospinal (saraf motorik atas) merupakan traktus desenden melintas dari medula spinalis. Saraf motorik bawah merupakan sel sel dari koron anterior medula spinalis menuju spinalis ke sel otot. Traktus propriospinal terletak di median medula spinalis. Traktus berkomunikasi dengan konteks serebrospinal tapi tidak semua menyilang pada tempat yang sama. Istilah kontralateral dimaksudkan sisi yang berlawanan pada tubuh dan digunakan untuk mendeskripsikan traktus yang menyilang (sering pada medula) dan asenden atau desenden, traktus ipsilateral Isisi yang sama) tidak menyilang. Sebagal contoh, traktus sensorik (termasuk traktus spinotalamikus anterior, posterior, dan traktus spinoserebris anterior) menyilang di medula kemudian naik ke korteks serebri. Oleh karena in saraf sensorik pada korteks serebris menginterpretasikan stimulus sensoris pada sisi kontralateral tubuh Traktus kortikospinal

lateralis (fraktus piramulalis) menyilang pada medula saat desenden dari lobus frontalis kortek serebri menuju medula spinalis Traktus unoerebelar posterior merupakan traktus ipsilateral dan teroordinasikan fungsi muskular pada sisi yang sama pada tabuh. Penyalangan traktus spunotalamikus unik (Blakck and Hawsk, 2014)

2. Mekanisme Refleks

Alam bawah sadar kita memberi respon otomatis pada stimulus interna dan eksterna yang disebut sebagai responsi refleks, yang memberikan banyak fungsi homeostatis. Walaupun medulla spinalis sering disebut sebagai pusat refleks. Banyak refleks kompleks yang mengatur denyut jantung, Pernapasan, tekanan darah, menelan, bersin, batuk, dan muntah terletak di batang otak (Blakck and Hawsk, 2014)..

Beberapa refleks intrinsik pada medula spinalis membentuk pola gerakan (fleksi dan ekstensi) yang berupa dasar postur yang progresivitas ke depan. scruit refleks lain merupakan dasar refleks medula spinalis yang termasuk refleks miotatik (tendon dalam, renggangan), refleks menarik atau withdrawal fleksor, refleks ekstensi silang dan reflek menekan atau mendorong ekstensor. refleks somatik juga dapat menimbulkan atau menghambat neuron motorik, menghasilkan perubahan pada tonus otot dan juga Gerakan(Guyton and Hall. 2014).

Gelondong neuromuskular memonitor rangsangan otot jika suatu otot teregang, hal ini akan meningkatkan pemaju spindel menyebabkan kontraksi otot yang sama, biasanya tampak sebagai reflek patella. organ tondon golgi merupakan ujung saraf sensorik yang melindungi terhadap kekuatan berlebihan selama kontraksi.

Refleks sederhana hanya membutuhkan dua atau tiga neuron. reflek patella hanya membutuhkan sebuah neuron sensorik dan sebuah neuron motorik. reflek menarik dari (withdrawal) membantu mencegah dan atau mengurangi ke masukkan jaringan ketika bagian tubuh menyentuh objek banyak bahaya stimulus bahaya disampaikan oleh neuron sensorik menuju neuron medula spinalis untuk interpretasi

dan pesan respon disampaikan oleh neuron motorik menghasilkan respon menarik diri (Blakck and Hawsk, 2014)..

5.5 Pembuluh darah Sistem Saraf Pusat (SSP)

Otak menerima 20% curah jantung dan menggunakan ksigen tubuh. Glukosa dikatabolisme atau dibakar una menyediakan energi bagi otak. Substansia grisea memil ebutuhan metabolik yang lebih tinggi dibandingkan substansia alba. Aliran darah diatur oleh kadar metabol karbon dioksida. Suatu peningkatan produk metaboli neuron dapat meningkatkan kadar karbon dioksida yang menyebabkan vasodilatasi lokal. Regulasi lokal aliran darah memastikan aliran darah proporsional pada kebutuha metabolik neuron. Arteri vertebralis dan arteri karotis interna memberikan suplai arteri ke otak (Blakck and Hawsk, 2014)..

Suplai Arteri

Arteri vertebralis dipercabangkan dari arteri subklavia berjalan sepanjang foramina transversalis dan masuk rongga kranial melalui foramen magnum. Arteri vertebral terletak di permukaan anterolateral medula. Pada daerah batas medula dan pons, arteri vertebralis bergabung membentuk arteri basilaris. Arteri basilaris bercabang setinggi otak tengah untuk membentuk dua arteri serebral posterior (Guyton and Hall. 2014).

Sistem arteri vertebralis memberikan supl pada batang otak, serebelum, bagian bawah diensefalon dan daerah medial dan inferior lobus temporalis dan lobers okspinalis.

Arteri karotis interna dipercabangkan dari arteri karolis komunis dan memasuki dasar kranium melalui kanalis karotikus. Arteri karotis interna bercabang menjadi arteri serebralis anterior dan arteri serebralis media. Dekat percabangan ini, terbentuk sirkulus Willis (suatu lingkaran pembuluh darah pada dasar otak) dari arteri serebralis posterior, arteri komunikan posterior, arteri karotis interna, arteri serebralis anterior dan cabang-cabang arteri komunikan. Arteri karotis interna memberi suplai diensefalon bagian atas, ganglia basal, lobus temporalis, parietalls, dan frontalis. Arteri serebralis media memberi suplai sebagian besar lobus frontalis, parietalis, temporalis, oksipitalis, dan insular, juga ganglia basal,

kapsula interna, dan thalamus. Arteri serebralis anterior memberi suplai pada bagian medial lobus frontalis dan lobus parietalis; ganglia husal bagian atas dan kapsula interna.

Medula spinalis mendapatkan suplai darah arterial dari arteri spinalis kecil yang merupakan cabang dari arteri yang lebih besar seperti arteri vertebralis, arteri servikalis asenden, arteri servikalis profunda, arteri intercostalis, arteri lumbalis, dan arteri sakralis. Arteri-arteri ini dan cabang-cabangnya membentuk tiga arteri utama medula spinalis-arteri spinalis anterior dan sepasang arteri spinalis posterior, yang berjalan sepanjang medula spinalis (Guyton and Hall, 2014).

Kebanyakan darah vena dari kepala kembali ke jantung melalui vena jugularis intra, vena jugularis eksterna, dan vena vertebralis.

Distribusi vena pada medula spinalis serupa dengan arteri. Sistem Vena mengalirkan darah ke sinus venosus yang terletak di antara Dura mater dan periosteum kolumna vertebralis (Blakck and Hawsk, 2014)..

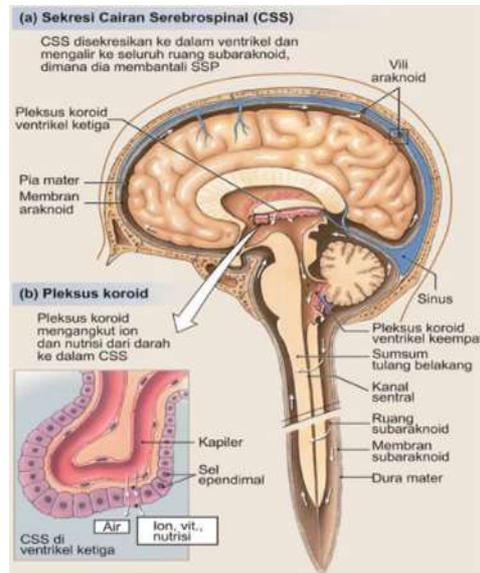
5.6 Sistem Ventrikel dan aliran Liquor Cerebro Spinal (LCS)

CSS merupakan suatu cairan jernih dan tidak berwarna. Sekitar 100-160 ml CSS bersirkulasi melalui ventrikel dan di dalam ruangan subaraknoid. Ketika seorang berbaring pada posisi horisontal, rerata tekanan CSS mencapai 100-180 mmHg

Sekitar CSS dibuat di dalam pleksus koroideus pada ventrikel keempat, sisanya pada ventrikel lateralis. Sejumlah kecil diproduksi oleh ependimal, araknoid, dan sel otak yang lain. Pleksus koroideus adalah suatu anyaman pembuluh darah di dalam pia mater yang berhubungan langsung dengan pelapis ventrikel. Pleksus na koroideus menghasilkan 500 ml CSS/hari. Jika CSS terus olgi diproduksi, CSS ini akan berkumpul terus sehingga dapat menghasilkan tekanan yang dapat merusak otak. Secara normal, CSS diabsorbsi ke darah dengan lain yang sama dengan pembuatannya.

Sistem ventrikular merupakan rangkaian rongga arik di dalam otak. CSS mengalir dari tiap ventrikel lateralis melalui foramen Monro menuju ventrikel ketiga. Ventrikel ketiga terletak di garis tengah di bawah fornix. CSS mengalir dari ventrikel ketiga menuju aquaduktus Sylvius menuju ke ventrikel keempat.

Ventrikel keempat terletak di batang otak anterior serebelum. Dari ventrikel keempat CSS melalui satu dari tiga foramina (dua foramina Luschka dan satu foramen Magendi) (Blakck and Hawsk, 2014).

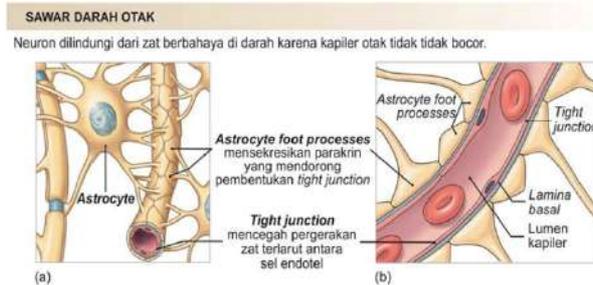


Gambar 5.4. Lokasi Pembentukan dan sirkulasi CSS: Sumber Chalik .(2016).

5.7 Lapisan- Lapisan Pelindung SSP

5.7.1 Sawar Darah Otak

Terdapat tiga sawar (darah-otak, darah-CSS, otak-CSS) mengatur serta mempertahankan lingkungan kimiawi yang stabil dan optimal untuk neuron. Sawar otak merupakan sawar fisik dan proses fisiologis (sistem transpor) yang membuat substansi tertentu mengalir dengan perlahan dari satu kompartemen SSP yang satu ke kompartemen SSP yang lain dengan mengatur gerakan ion antarkompartemen. Sawar fisik meliputi tight junction pada sel endotel yang melapisi kapiler, pori-pori kapiler pada pleksus koroideus, membran basal (sel endepim) pada pleksus koroideus dan membran pia-glia.

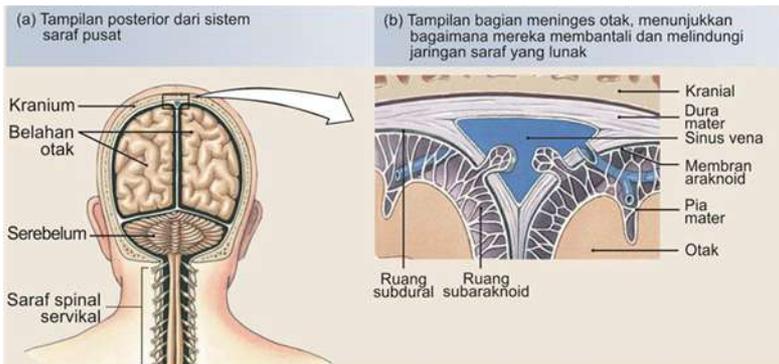


Gambar 5.5: Sawar Darah Otak: Sumber Chalik .(2016).

Suatu sawar darah-otak yang utuh dapat mencegah beberapa obat masuk ke otak, suatu fakta yang harus dipertimbangkan saat meresepkan obat untuk gangguan sistem saraf. Beberapa kejadian, seperti hiponatremia dilusional, vasodilatasi, dan hiperkarbia dapat meningkatkan permeabilitas sawar darah otak.

5.7.2 Meningen

Meningen, tiga membran yang membungkus otak dan medula spinalis, berfungsi sebagai pelindung. Tiap lapisan-pia mater, arakhnoid, dan dura mater-merupakan membran yang terpisah.



Gambar 5.6: Meningens: Sumber Chalik .(2016).

Pia mater merupakan lapisan jaringan ikat dengan vaskularisasi yang berhubungan langsung dengan otak dan medula spinalis sehingga mengikuti tiap sulkus dan fisura. Lapisan ini berperan sebagai struktur penyokong yang

metintasi semua jaringan otak dan medula spinalis. Pia mater dan astrosit membentuk bagian membran sawar darah otak (lihat Sower Darah Otak).

Arakhnoid, lapisan tipis jaringan ikat, meluas dari puncak girus menuju puncak girus di dekatnya. Arakhnoid tidak mengikuti sulkus dan fisura. Ruang antara lapisan ini dan pia mater disebut sebagai ruang subarachnoid. Cairan serebrospinal (GSS) mengalir pada ruangan ini.

Dura mater kranial adalah membran vaskular yang tidak dapat diregangkan. kuat yang terdiri atas dua lapis. Lapisan luar dura mater merupakan membran yang sebenarnya (periosteum) tulang kranial. Lapisan dalam dura mater membentuk lempeng yang memisahkan dua hemisfer serebri (falkus serebri), serebrum dan batang otak dan serebelum (tentorium serebri) Tentorium serebri merupakan suatu istilah yang sering digunakan oleh klinis untuk memisahkan bagian-bagian otak, sering hanya disebut sebagai tentorium. Supratentorial mengacu pada serebrum dan seluruh bagian pada superior tentorium serebri: infatentorial mengacu pada struktur inferior tentorium serebri yaitu serebelum dan batang otak (Stanley, 2015).

Ruang otak yang sering diisi darah setelah trauma kepala termasuk ruangan yang potensial (ruang subdural) antara dura mater dalam dan arakhnoid dan ruang epidural di antara dura mater dan periosteum.

Meningen menambatkan medulla spinalis, pia mater, yang mengelilingi medulla spinalis, berlanjut dari ujung konus berlanjut sebagai struktur menyerupai benang (filum terminal) menuju ke kolumna vertebralis, di mana struktur ini di tambatkan pada ligamen pada sisi posterior coccyx. Ligamentum dentikulatum memanjang di lateral pia mater ke dura mater untuk mengantung medulla spinalis dari dura mater.

Dua ruang yang sering diakses dokter adalah ruang subarachnoid (untuk studi diagnosis) dan ruang epidural (untuk memberikan obat). Ruang subarachnoid terdapat di sepanjang medulla spinalis di bawah vertebra sakral 2 (S-2) dan ruang epidural terletak antara lapisan dura dan tulang vertebral (Black and Hawk, 2014)..

5.8 Sistem Saraf Tepi

System saraf tepi atau perifer terdiri atas semua neuron selain yang ada pada otak dan medulla spinalis. System saraf tepi terdiri atas jaras serabut saraf diantaranya system saraf tepid an semua struktur yang jauh di bagian-bagian tubuh termasuk di dalam system saraf tepi adalah 12 pasang saraf kranial dan 31 pasang saraf spinal (Gerard, 2014).

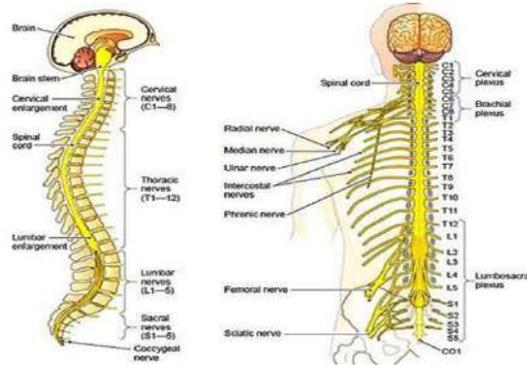
Saraf yang menghantarkan impuls ke otak dan medulla spinalis disebut neuron sensorik (afere). Saraf yang menghantarkan impuls menjauhi otak dan medulla spinalis disebut neuron motorik (eferen). Kebanyakan saraf tercampur, memiliki komponen sensorik dan motorik.

Menurut Sherwood, L. (2014), saraf tepi yang tersusun atas pleksus memiliki nama spesifik. Terdapat tiga pleksus utama:

1. Pleksus servikalis, memberi inervasi otot dan kulit pada leher dan bercabang untuk membentuk nervus frenikus yang menginervasi diafragma.
2. Pleksus brachialis, memberi inervasi otot dan kulit pada bahu, lengan, ketiak, lengan bawah, dan tangan. Pleksus ini bercabang untuk membentuk nervus ulnaris, radialis, dan medialis.
3. Pleksus lumbosacral, memberi impuls sensorik dan motorik pada otot dan kulit perineum, daerah gluteal, paha, betis, dan kaki. Pleksus ini bercabang banyak termasuk nervus pudendus, gluteus, femoris, skiatikus, tibialis, dan fibularis komunis.

5.9 Saraf Spinal

Saraf spinal berkembang dari serangkaian radiks saraf yang berkumpul di lateral medulla spinalis. Tiapsaraf spinal terdiri atas radiks dorsalis (sensori) dan radiks ventralis (motorik) yang bergabung membentuk saraf spinal. Radiks dorsalis berasal dari posterolateral medulla spinalis. Terdapat 31 pasang saraf spinal: 8 pasang saraf servikal, 12 pasang saraf torakal, 5 pasang saraf lumbal, 5 pasang saraf sacral, dan 1 pasang saraf koksigeal. Area spesifik reseptor sensorik tiap radiks dorsalis disebut sebagai dermatom sensoris (Sherwood, L. 2014).



Gambar 5.7: Saraf Spinalis (31 pasang) beserta nama dan letaknya (Bahrudin, 2013).

5.10 Saraf Kranial

Dua belas pasang saraf/kranial berasal dari otak. Kebanyakan saraf kranial tersusun atas neuron motoric dan sensorik, walaupun ada saraf kranial yang hanya membawa impuls sensorik.

Kecuali saraf Olfaktorius dan Optikus, yang memiliki nuklei di bawah serebrum, semua nuklei saraf kranial terletak di batang otak. Tabel 5.4 menampilkan 12 pasang saraf kranial.

Tabel 5.4 Tipe dan fungsi saraf kranial (Blakck and Hawsk, 2014)

Saraf	Nama	Fungsi	Tipe
I	Olfaktorius	Olfaktorius	Sensorik
II	Optikus	Penglihatan	Sensorik
III	Okulomokuloris	Gerakan mata ekstraokular Pengangkatan kelopak mata Konstriksi pupil	Motorik Parasimpatis
VI	Trigeminus -bagian oftalmikus -bagian maksilaris	Sensasi somatik kornea, membran mukosa nasal, wajah	Motorik Sensorik

Saraf	Nama	Fungsi	Tipe
	-bagian mandibularis	Sensasi somatik wajah, rongga mulut, ½ anterior lidah, gigi Sensorik Sensasi somatik bagian bawah Wajah	
VI	Abdusen	Gerakan mata lateral	Motorik
VII	Fasialis	Ekspresi wajah	Motorik
VIII	Vestibulokoklearis	Keseimbangan	Motorik
	-vestibularis	Pendengaran	Sensorik
	-koklearis	Pengecap, ½ posterior lidah, sensasi faringeal	Sensorik
IX	Glosfarengeus	Menelan	Sensorik
X	Vagus	Sensasi faring, laring, telinga luar Menelan	Motorik Sensorik Motorik
XI	Asesorius spinalis	Aktivitas sistem saraf parasimpatis visera abdomen dan toraks	Parasimpatis Motorik
XII	Hipoglosus	Gerakan leher bahu Gerakan lidah	Motorik

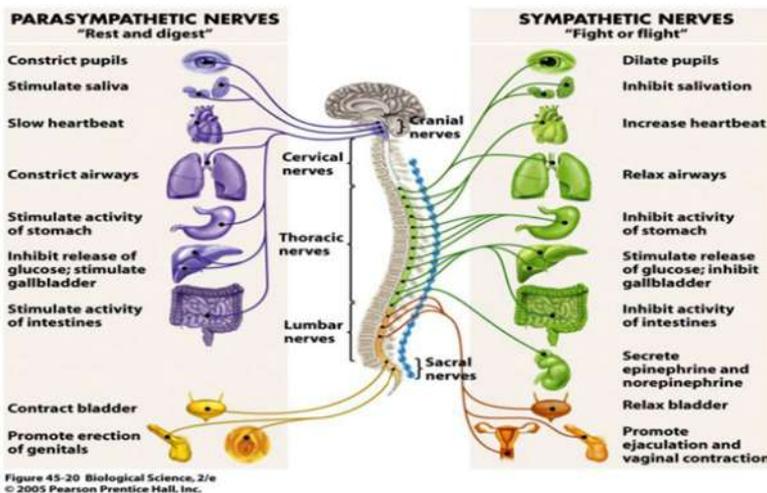
5.11 Sistem Saraf Otonom

Sistem saraf autonom (SSA) merupakan bagian dari sistem saraf tepi (SST) yang mengoordinasi gerakan involunter seperti fungsi viseral, perubahan otot polos dan jantung. dan respons kelenjar. Walaupun SSA dapat berfungsi secara independen, kontrol primer SSA berasal dari otak dan medula spinalis. SSA memiliki dua bagian, yaitu: sistem saraf simpatis dan parasimpatis. Serabut SSA aferen berjalan di dalam beberapa saraf spinal dan kranial. kedua sistem ini

sangat terintegrasi dan berinteraksi satu sama lain untuk mempertahankan lingkungan dalam yang stabil. Tidak seperti neuron somatik, yang biasanya merupakan neuron tunggal menghubungkan SSP ke otot atau kelenjar, SSA memiliki dua rantai neuron menuju ke organ efektor. Ujung neuron pertama terletak di SSP dan bersinaps dengan serabut saraf yang memiliki badan sel saraf di dalam ganglion otonom. Akson neuron kedua (serabut postganglionik) membawa impuls ke visera target. Pengecualian pada medula adrenal, yang diinervasi langsung oleh serabut preganglioner. Medula sebenarnya terdiri atas neuron postganglionik yang menghasilkan epinefrin ke aliran darah selama "deru adrenalin" (Blakck and Hawsk, 2014)

Sistem saraf simpatis mengoordinasi aktivitas untuk menangani stres dan dirancang untuk aksi sebagai suatu kesatuan periode pendek. Neuron praganglionik dari sistem saraf simpatis berasal dari medula spinalis melalui radiks motorik (ventralis) saraf torakal dan dua saraf lumbal paling atas (T1 L2) (Figur A&P 16-14) Akson preganglionik pendek sedangkan akson postganglionik panjang.

Sistem saraf parasimpatis berhubungan dengan konservasi dan restorasi cadangan energi dan dirancang untuk beraksi lokal dan terpisah untuk durasi yang panjang. Serabut preganglioner berasal dari batang otak melalui saraf reseptor: alpha, alpha, beta, beta, dan beta,. Sistem saraf parasimpatis memiliki dua kelas reseptor, muskarinik dan nikotinik (Blakck and Hawsk, 2014)



Gambar 5.8: Sistem Saraf Otonom (Parasimpatik-Simpatik) (Nelson, 2015)

Menurut Blakck and Hawsk, (2014) SST berdasarkan divisinya juga dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Divisi sensori (afferent) yaitu susunan saraf tepi dimulai dari receptor pada kulit atau otot (effector) ke dalam pleksus, radiks, dan seterusnya kesusunan saraf pusat. Jadi bersifat ascendens.
2. Divisi motorik (efferent) yang menghubungkan impuls dari SSP ke effector (Muscle and Glands) yang bersifat descendens untuk menjawab impuls yang diterima dari reseptor di kulit dan otot dari lingkungan sekitar (Bahrudin, 2013).

5.12 Klasifikasi Sel Saraf

Jaringan saraf terdiri dari kelompok sel saraf atau neuron yang mengirimkan informasi disebut impuls saraf dalam bentuk perubahan elektrokimia, dan merupakan sel konduksi. Neuron adalah sel saraf yang sesungguhnya. Jaringan saraf juga terdiri dari sel-sel yang melakukan dukungan dan perlindungan. Sel-sel ini disebut neuroglia atau sel glial. Lebih dari 60% dari semua sel otak adalah sel neuroglia. Neuroglia ini bukan sel konduksi. Mereka adalah jenis khusus dari "jaringan ikat" untuk sistem saraf (Blakck and Hawsk, 2014)

5.12.1 Neuron

Neuron, atau sel-sel saraf, adalah unit struktural dan fungsional dari sistem saraf. Mereka adalah sel halus yang khusus untuk menghasilkan dan mengirimkan impuls saraf. Neuron dapat bervariasi dalam ukuran dan bentuk, tetapi mereka memiliki banyak ciri-ciri yang umum. Neuron bersifat amitotik. Ini berarti bahwa jika neuron mengalami kerusakan, tidak dapat digantikan karena neuron tidak mengalami mitosis. Neuron memiliki dua karakteristik fungsional yang unik: iritabilitas dan konduktivitas (Stanley, 2015).

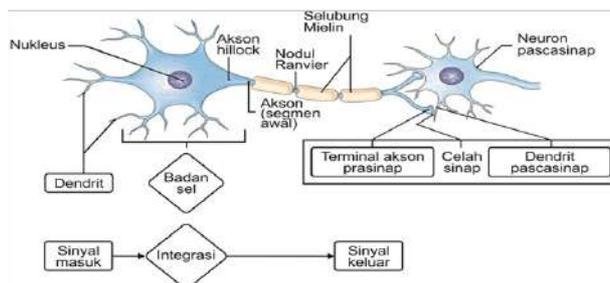
Terdapat tiga macam neuron:

1. Neuron unipolar hanya memiliki satu serabut meninggalkan badan sel, tetapi kemudian bercabang membentuk akson dan dendrit. Neuron unipolar menyampaikan sinyal sensorik umum.

2. Neuron multipolar memiliki banyak sinapsis aferen dan akson yang membuat banyak sinapsis.
3. Neuron bipolar sering di temukan pada jaras sistem sensorik khusus (mata, hidung, telinga).

Sinapsis merupakan hal penting bagi fungsi saraf. Struktur ini merupakan suatu celah kecil antara neuron dan target (sel saraf yang lain, otot atau kelenjar). Pesan berjalan di sepanjang neuron mencapai sinaps dan hat dihantarkan menyeberang dengan "meloncat" ke neuron berikutnya. Terdapat dua macam sinaps, yaitu sinaps kimiawi dan sinaps elektrik; sinaps kimiawi lebih banyak. Pada sinaps elektrik, impuls saraf elektrik dari dua sel menyeberang melalui suatu celah yang sangat kecil (yang disebut gap junction atau neksus) dari sel presinaps ke sel postsinaps. Tipe sinaps ini juga ditemukan pada sel olol polos dan sel otot jantung (Stanley, 2015).

Substansi kimiawi yang disebut neurotransmitter lepaskan pada ruang (celah) antara dua neuron dan menyampaikan pesan ke neuron selanjutnya. Transmitter dibuat oleh badan sel saraf dan dihantarkan secara anterograde ke terminal (boutons), disimpan, Dan disekresikan dari vesikel pada neuron pertama (neuron prasinapsis) ke celah sinapsis. Neurotransmitter mengeksitasi, menghambat atau memodifikasi sinyal kepada neuron kedua (neuron pascasinapsis) dengan berinteraksi pada reseptor membran. Lebih dari 100 neurotransmitertelah diidentifikasi (Blakck and Hawsk, 2014)



Gambar 5.9: Neuron dan bagian -bagiannya Sumber: Chalik (2016).

Iritabilita adalah kemampuan untuk menanggapi rangsangan dengan membentuk impuls saraf. Konduktivitas adalah kemampuan untuk mengirimkan impuls saraf sepanjang akson ke neuron lain atau sel efektor. Karakteristik ini memungkinkan berfungsinya sistem saraf. Pensinyalan atau sinyal lewat

melalui baik sarana listrik dan kimia. Setiap neuron memiliki tiga bagian yaitu; badan sel, satu atau lebih dendrit, satu akson

Menurut Chalik (2016) Setiap neuron memiliki tiga bagian yaitu; badan sel, satu atau lebih dendrit, satu akson

1. Badan Sel

Badan sel saraf merupakan bagian yang paling besar dari sel saraf. Setiap badan sel saraf mengandung inti tunggal (gambar 3). Inti ini merupakan pusat kontrol sel. Badan sel berfungsi untuk menerima rangsangan dari dendrit dan meneruskannya ke akson. Pada badan sel saraf terdapat inti sel, sitoplasma, mitokondria, sentrosom, badan golgi, lisosom. Dalam sitoplasma badan sel, ada retikulum endoplasma kasar [reticulum endoplasmic rough (RER)]. Dalam neuron, ER kasar memiliki struktur granular disebut sebagai badan Nissl, juga disebut zat chromatophilic, dan merupakan tempat sintesis protein (Stanley, 2015).

2. Dendrit

Dendrit adalah serabut sel saraf pendek dan bercabang- cabang, seperti cabang- cabang pohon. Dendrit merupakan perluasan dari badan sel. Ini adalah daerah reseptif neuron. Dendrit berfungsi untuk menerima dan mengantarkan rangsangan ke badan sel(Chalik, 2016).

3. Akson

Akson adalah serabut sel saraf panjang yang merupakan penjurulan sitoplasma badan sel. Akson hillock, adalah prosesus panjang atau serat yang dimulai secara tunggal tetapi dapat bercabang dan pada ujungnya memiliki banyak perpanjangan halus disebut terminal akson yang kontak dengan dendrit dari neuron lainnya. Benang-benang halus yang terdapat di dalam akson disebut neurofibril. Neurofibril dibungkus oleh beberapa lapis selaput mielin yang banyak mengandung zat lemak dan berfungsi untuk mempercepat jalannya rangsangan. Pada bagian luar akson terdapat lapisan lemak disebut mielin yang merupakan kumpulan sel Schwann yang menempel pada akson. Sel Schwann adalah sel glia yang membentuk selubung lemak di seluruh serabut saraf mielin. Membran plasma sel Schwann disebut neurilemma.

Fungsi mielin adalah melindungi akson dan memberi nutrisi. Bagian dari akson yang merupakan celah sempit dan tidak terbungkus mielin disebut nodus Ranvier, yang berfungsi mempercepat penghantaran impuls (Chalik, 2016).

Sistem saraf merupakan sistem fungsional dan struktural yang paling terorganisasi dan paling kompleks. Sistem ini memengaruhi fungsi tubuh, baik secara fisiologi maupun psikologi.

5.12.2 Neuroglia

Sel Glia, secara umum disebut sebagai neuroglia memberikan dukungan struktural pada neuron. Jumlah sel ini sangat banyak, dukungan rasio sel Glia: neuron mencapai 50:1. Sel Glia juga mengontrol konsentrasi ion di lingkungan ekstraseluler dan berkontribusi pada transport nutrien, gas, dan sampah metabolik antara Neuron dan sistem vaskuler dan CSS. Secara klinis sel-sel ini bertanggung jawab pada perkembangan beberapa tumor intrakranial. Menurut (Blakck and Hawsk, 2014) terdapat empat tipe sel neuroglia.

Selain fungsi di atas, tiap sel Glia memiliki fungsi spesifik khusus yaitu:

1. Astrosit memberi suplai neuron pada neuron. Astrosit memiliki kontak khusus Dengan pembuluh darah pada membran pia Glia dan membentuk sawar darah otak. Astrosit tampaknya merupakan sel pada SSP yang berespon terhadap trauma otak dengan membentuk jaringan parut.
2. Oligodendrosit merupakan analog sel schwann di sistem saraf tepi (SST) . Sel ini membungkus akson dan bagian spiral dan membran sel ini membentuk lapisan yang disebut mielin. Bagian paling luar sel Schwann juga membentuk neurilemia, suatu lapisan yang membungkus lapisan mielin. Neurilemia, penting untuk regenerasi sel saraf (lihat diskusi lanjut).
3. Mikroglia merupakan sel fagositik pengembara dan berhubungan dengan makrofag. Sel ini memfagosit produk dari neuron yang mengalami cedera.
4. Sel endipimal melapisi ventrikel. pleksus koroideus dan kanalis sentralis yang berjalan sepanjang medulla spinalis. Sel ini membuat

membran selapis sel yang mengatur difusi substansi antar cairan interstisial dan CSS.

5.13 Konduksi Impuls

5.13.1 Potensial Istirahat

Sebuah neuron yang tidak menghantarkan impuls saraf disebut sedang dalam keadaan "istirahat". Walaupun sel ini sedang istirahat, sel ini tetap bermuatan dan siap untuk dibangkitkan. Potensial untuk membangkitkan dihasilkan dari perbedaan muatan elektrik antara cairan interstisial di luar neuron dan cairan intraselular di dalam sel. Dalam sel saraf bersifat elektronegatif dan cairan interstisial bersifat elektropositif. Membran potensial yang dihasilkan dari perbedaan muatan kedua kompartemen ini diukur dalam mV (milivolt). Potensial membran istirahat (PMI) neuron antara -45 dan -75 mV, kurang polar dibandingkan PMI sel otot dan skelet yaitu -90 mV.

Sel dalam keadaan depolarisasi jika terjadi influx sodium yang menyebabkan potensial membran menjadi lebih positif (meningkat menjadi nol). Pada kebanyakan sel, bal ini terjadi karena stimulus elektrik yang ditransmisikan oleh sel di dekatnya.

Oleh karena peningkatan potensial membrane selama depolarisasi mencapai tingkat spesifik (ambang). Jika ambang tercapai, sel yang mengalami eksitasi akan mencapai potensial aksi penuh karena sel ini mengikuti fenomena all-or-none.

Repolarisasi adalah kembalinya polaritas membrane dan sodium dan potasium kembali pada tempat semula melalui pompa natrium-kalium. Setelah suatu potensial aksi dibangkitkan, tidak satu segmen sarafpun dapat menghantarkan potensial aksi lain untuk suatu periode waktu pendek (<1 milidetik). Interval ini disebut periode refrakter absolut. Sodium dan potasium kembali ke lokasi semulaselama periode ini dan sodium kembali ke lokasi semula selama sodium tidak dapat masuk ke sel. Selama periode selanjutnya, disebut periode refraktur relative hanya suatu stimulus yang lebih kuat dari biasanya yang dapat menghasilkan suatu potensial aksi. Secara umum, rata-rata kembalinya potensial istirahat terjapai dalam 10-30 milidetik (Stanley, 2015).

5.13.2 Impuls Saraf

Oleh karena itu neuron tersusun seperti rantai, impuls harus berjalan dengan cepat dari satu sel ke sel yang lain. Pada sel saraf, impuls dimulai pada akson. Saat potensial aksi mencapai prasinapsis knob pada dendrit, permeabilitas membrane untuk kalsium menurun sehingga terjadi infleksi kalsium. Kalsium menyebabkan fusi vesikel ke membran dan melepaskan neurotransmitter. Beberapa neurotransmitter ditransportasikan ke vesikel (reuptake). Sedangkan, yang lain didekomposisikan oleh proses enzimatik. Sebagai contoh, asetilkolinesterase melakukan dekomposisi asetilkolin pada membrane post-impuls (Blakck and Hawsk, 2014).

5.13.3 Mielin

Myelin mengelilingi kebanyakan serabut saraf sel dipisahkan oleh nodus ranvier. Potensi aksi dibangkitkan hanya pada odus sehingga akan melewati di antara nodus dan tidak melakukan depolarisasi pada seluruh membran. Karakteristik penjalaran meloncat ini dikenal sebagai induksi saltatorik. Konduksi menggunakan proses ini berlangsung cepat. Neuron dengan akson yang dibungkus myelin disebut serabut saraf tidak bermielin. Serabut bermielin pada SPP menyusun substansia alba pada otak dan medulla spinalis. Substansia grisea terdiri atas badan-badan sel saraf. Kecepatan konduksi impuls saraf juga terkait dengan diameter serabut, semakin besar diameter, semakin cepat penjalaran impuls (Blakck and Hawsk, 2014)..

5.13.4 Reseptor

Reseptor merupakan transduser biologis yang mengubah stimulus dari satu bentuk energy-mekanis, elektrik, kimiawi, termal, atau cahaya-untuk menginisiasi energy listrik pada impuls saraf. Walaupun reseptor sensorik dapat distimulusi oleh leboh dari satu bentuk energy, tiap reseptor sensitive secara spesifik pada suatu bentuk energy (Gerard, 2014).

Reptor memiliki fenomena yang dikenal sebagai adaptasi, suatu penurunan sensitivitas reseptor untuk berespons pada suatu stimulus yang stabil terus-menerus. Reseptor yang beradaptasi lambat dapat mempertahankan kecepatan kehilangan respon yang lebih rendah dalam menit atau jam. Reseptor beradaptasi cepat kehilangan impuls dalam waktu kurang dari 1 detik setelah inisiasi stimulus. Mekanisme adaptasi masih belum diketahui (Blakck and Hawsk, 2014).

Bab 6

Anatomi dan Fisiologi Sistem Endokrin

6.1 Sistem Endokrin

Sistem endokrin ialah sistem yang tidak mempunyai saluran, dan menghasilkan sebuah hormon, dibawa ke organ target lainnya untuk mengatur fungsi tubuh dan organ utama. Kelenjar endokrin biasanya divaskularisasi dengan baik dan sel-sel yang membentuk jaringan biasanya vakuola intraseluler atau granula yang menyimpan hormon sebelum dilepas (Nugrahaeni, 2020).

Sistem endokrin adalah kelenjar yang berperan penting untuk mengendalikan organ tubuh yang mengirimkan hasil sekresinya ke limfa dan darah tanpa melewati sebuah saluran (Kirnantoro & Maryana, 2021). Istilah endokrin berasal dari kata endo: dalam dan crin: mensekresikan, sehingga endokrin dapat diartikan sebagai sebuah sekresi yang dibentuk oleh sebuah kelenjar dan langsung masuk ke darah. Bentuk yang disekresikan ini adalah hormon, yang merupakan bahan kimia pengontrol kegiatan organ tubuh (Nugroho, 2021).

Sistem endokrin berhubungan dengan sistem saraf untuk mengatur dan menyelaraskan fungsi seluruh tubuh. Sistem ini secara bersama mempertahankan homeostatis tubuh.

Selain menghasilkan hormon, kelenjar endokrin memiliki beberapa fungsi yaitu:

1. Mengatur dan merangsang kelenjar dalam tubuh
2. Merangsang pertumbuhan sistem jaringan
3. Mengatur oksidasi tubuh
4. Mengatur metabolisme dari lemak, vitamin, protein, air, dan mineral (Kirnantoro & Maryana, 2021).

6.2 Hormon

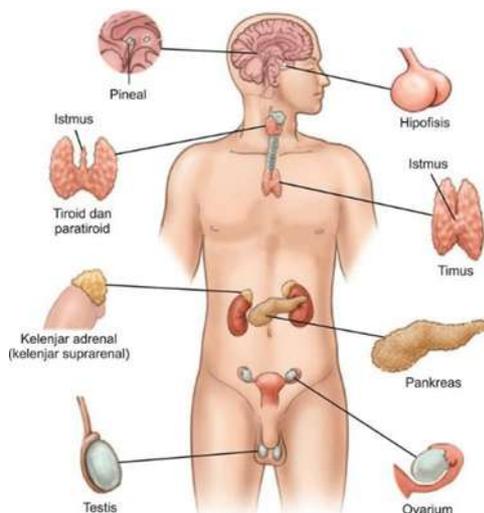
Hormon asal kata *hormone* yang berarti membangkitkan atau membuat suatu gerakan. Hormon adalah molekul yang diproduksi oleh kelenjar endokrin dibawa melalui darah ke sel targetnya (Kharisma, 2018). Beberapa hormon hanya memiliki sedikit sel target spesifik, sedangkan hormon lain memengaruhi banyak jenis sel di tubuh. Sel-sel target untuk setiap hormon dicirikan oleh adanya molekul-molekul penyangga tertentu yang terletak di dalam sel atau permukannya. Interaksi antara hormon dengan reseptornya memicu serangkaian reaksi biokimia dalam sel target yang pada akhirnya mengubah fungsi atau aktivitas sel (Perdana & Satria, 2020).

Hormon kimia dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu:

1. Asam amino yang diturunkan, hormon yang dimodifikasi asam amino.
2. Hormon polipeptida dan protein adalah rantai asam amino kurang dari atau lebih dari sekitar 100 asam amino. Beberapa hormon glikoprotein mengandung glukosa dan karbohidrat.
3. Hormon steroid adalah lipid yang disintesis dari kolesterol. Steroid ditandai oleh empat cincin karbohidrat interlocking.
4. Eicosanoids adalah lipid yang disintesis dari rantai asam lemak fosfolipid yang ditemukan di membran plasma (Kirnantoro & Maryana, 2021).

6.3 Jenis Sistem Endokrin

Sistem endokrin pada manusia meliputi: hipofisis, tiroid, paratiroid, timus, adrenal, pankreas, dan kelamin (ovarium dan testis).

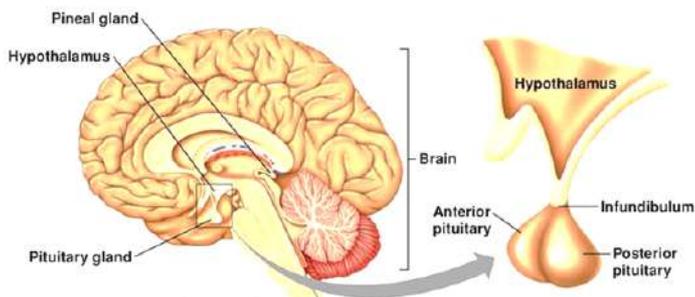


Gambar 6.1: Kelenjar Endokrin

6.3.1 Hipofisis

Hipofisis atau disebut juga kelenjar pituitary adalah sebuah kelenjar yang terletak di tengkorak dengan ukuran 10 x 13 x 6 mm. Istilah hipofisis berasal dari bahasa Yunani yaitu “berbaring di bawah” (Kurnantoro & Maryana, 2021). Kelenjar hipofisis ialah koordinator utama pada proses kimia di dalam tubuh, sehingga kelenjar ini dijuluki sebagai “master of glands” (Kharisma, 2018).

Kelenjar pituitari disebut juga “kelenjar induk”, karena hormon-hormonnya mengatur kelenjar endokrin penting lainnya, termasuk kelenjar tiroid, adrenal, kelamin, dan dalam beberapa kasus memiliki efek pengaturan langsung pada jaringan besar, seperti sistem muskuloskeletal (Nugrahaeni, 2020).



Gambar 6.2: Kelenjar Hipofisis/Pituitari

Kelenjar hipofisis terbagi atas bagian anterior dan bagian posterior: (Kirmantoro & Maryana, 2021).

1. Bagian Anterior

Sel-sel hipofisis anterior secara embriologis berasal dari kantong atap faring, yang dikenal sebagai kantong Rathke. Meskipun sel-sel tampaknya relatif homogen di bawah mikroskop cahaya, sebenarnya ada setidaknya lima jenis sel berbeda yang masing-masing mengeluarkan hormon. Hormon yang dihasilkan kelenjar ini adalah:

- a. Hormon Somatotropik atau Growth Hormone (hGH)
Hormon ini merupakan hormon untuk pertumbuhan yang berguna merangsang tumbuhnya tulang, lemak, dan visera.
- b. Hormon tirotropik
Hormon ini mengatur tiroid dalam menghasilkan hormon tiroksin/Thyroid Stimulating Hormone (TSH) yang berfungsi menstimulasi pertumbuhan tiroid, menaikkan jumlah yodium dan sintesis tiroglobulin.
- c. Hormon Adrenokortikotropik (ACTH)
Hormon ini berguna untuk mengatur kelenjar suprarenal dalam menghasilkan kortisol
- d. Hormon Gonadotropin
Hormon ini menghasilkan:
 - Follicle Stimulating Hormone (FSH), berfungsi mengatur pertumbuhan folikel di ovarium, serta membentuk spermatozoa pada testis.

- Lutenizing Hormone (LH), berfungsi mengatur produksi progesteron dan estrogen di ovarium, serta turut memengaruhi luteinisasi pada perempuan dan laki-laki.
- e. Hormon Lutotropik (LTH) atau Prolaktin (PRL)
- Hormon ini berfungsi mengatur laktasi dengan memengaruhi secara langsung kelenjar susu. Hormon ini dapat merangsang pertumbuhan payudara dan merangsang produksi air susu. Selama kehamilan, hormon ini akan semakin meningkat hingga mendekati kelahiran, dan akan menurun setelah proses kelahiran terjadi.
- Produksi dan sekresi masing-masing hormon hipofisis anterior utama diatur oleh peptida yang dilepaskan dari neuron eminensia media hipotalamus ke dalam vena hipofisis portal, yang melintasi jarak pendek ke mikrovaskularis hipofisis. Diantara peptida-peptida itu adalah hormon pelepas tiotropin, kortikotropin, gonadotropin, dan pertumbuhan. Hipotalamus juga menghasilkan dopamin dan somatostatin, yang masing-masing merupakan inhibitor ampuh prolaktin dan GH.
- Feedback yang melibatkan hormon hipofisis dan kelenjar targetnya memainkan peran penting dalam pensinyalan hormon hipofisis. Sekresi TRH misalnya dihambat oleh hormon tiroid yang juga menghambat efek TRH pada tirotof. Feedback negatif semacam ini membantu menjaga keseimbangan yang stabil antara sekresi hormon hipofisis dan sekresi hormon yang diproduksi oleh kelenjar target hipofisis (Nugrahaeni, 2020).
2. Posterior
- Lobus posterior hipofisis sebagian besar terdiri dari ekstensi proses (akson) dua pasang kelompok besar sel saraf di hipotalamus. Salah satu nukleus tersebut yang dikenal sebagai nukleus supraoptik. Nukleus ini terletak tepat di atas saluran optik, sedangkan nukleus lainnya yang dikenal sebagai nukleus paraventrikular terletak di setiap sisi ventrikel ketiga otak. Nukleus-nukleus itu, akson dari tubuh sel-sel saraf yang membentuk nuklei, dan ujung saraf di hipofisis bagian posterior membentuk sistem neurohypophyseal (Nugrahaeni, 2020).

Hormon neurohypophyseal utama adalah vasopresin (hormon antidiuretik) dan oksitosin, yang disintesis dan dimasukkan ke dalam butiran neurosekretoris dalam tubuh sel inti. Hormon-hormon tersebut disintesis sebagai bagian dari protein prekursor yang mencakup salah satu hormon dan protein yang disebut neurofislin (Nugrahaeni, 2020).

Pada lobus ini dihasilkan hormon:

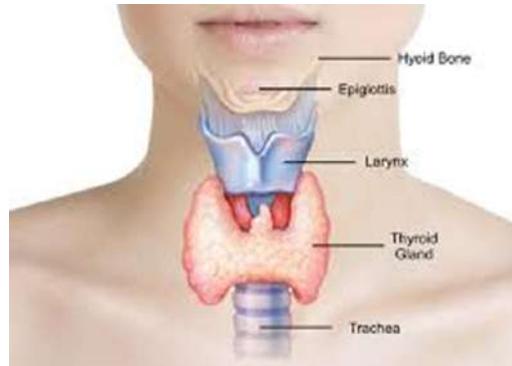
1. Hormon Vasopresin/Hormon Antidiuretik (ADH)
Hormon ini bekerja melalui reseptor tubulus distal ginjal, mengonsentrasi urine yaitu dengan menambahkan aliran osmotik dari lumina menuju ke intestinum medular sebagai pembentuk kontraksi pada otot polos.
2. Hormon ini menyebabkan ginjal mengembalikan banyak air ke darah, sehingga menurunkan volume urine. Dengan tidak adanya ADH, urine dapat meningkat lebih dari sepuluh kali lipat (Nugroho, 2021).
3. Hormon Oksitoksin
Hormon ini berperan dalam mengeluarkan air susu, dengan cara memberikan rangsangan pada mammae dari isapan bayi untuk menimbulkan ejeksi air susu. Hormon ini juga berperan dalam membantu pengeluaran fetus dan plasenta sewaktu persalinan, dan turut merangsang serviks dalam mensekresi oksitosin yang berfungsi pada proses partus (Kirnantoro & Maryana, 2021).

6.3.2 Tiroid

Bentuk kelenjar tiroid seperti kupu-kupu yang terletak pada leher bawah dan menempel di tulang laring kanan tepatnya didepan trakea. Kelenjar tiroid terbagi atas dua bagian, di mana masing-masing bagian mempunyai panjang lebar 2.5 cm, panjang 4 cm, dan ketebalan 2 cm. Fungsi kelenjar ini sangat berkaitan dengan metabolisme khususnya untuk pengaturan kimia jaringan, perangsang oksidasi, pengatur oksigen, dan pengatur karbon dioksida (Kirnantoro & Maryana, 2021).

Kelenjar tiroid tersusun dari sejumlah vesikel yang dibatasi oleh epitelium silinder, yang kemudian disatukan oleh jaringan ikat. Sel itu memproduksi cairan kental mengandung zat yodium aktif yaitu hormon tiroksin dan

triiodothyronine. Hormon tiroksin/tetraiodothyronine (T₄) mengandung empat atom yodium, dan hormon triiodothyronine (T₃) mengandung tiga atom yodium (Tortora & Derrickson, 2014).



Gambar 6.3: Kelenjar Tiroid

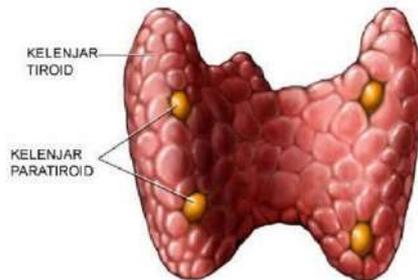
Fungsi hormon tiroksin adalah:

1. Memengaruhi kematangan jaringan tubuh dan penggunaan energi.
2. Mengatur metabolisme tubuh.
3. Meningkatkan sintesis dari asam riboneklus (RNA) dan protein.
4. Mempertahankan keseimbangan nitrogen negatif hingga sintesis protein berkurang.
5. Menyimpan energi saat konsentrasi hormon tiroid tinggi dan menambah produksi panas.
6. Mampu menoleransi glukosa yang tidak normal, hal ini karena hormon tiroid mampu memperlancar absorbs intestinal dari glukosa (Kirnantoro & Maryana, 2021).

6.3.3 Paratiroid

Paratiroid adalah kelenjar yang terletak di atas selaput yang membungkus tiroid yang berjumlah empat buah saling berpasangan dan menghasilkan hormon paratiroksin yang berguna meningkatkan kalsium. Produksi hormon paratiroksin meningkat jika kalsium pada plasma menurun. Selain kalsium, mineral lain yang turut memengaruhi performa kelenjar paratiroid adalah

magnesium. Jika kinerja kelenjar paratiroid terhambat, maka magnesium dalam darah terhambat.



Gambar 6.4: Kelenjar Paratiroid

Kelenjar paratiroid memiliki fungsi sebagai berikut:

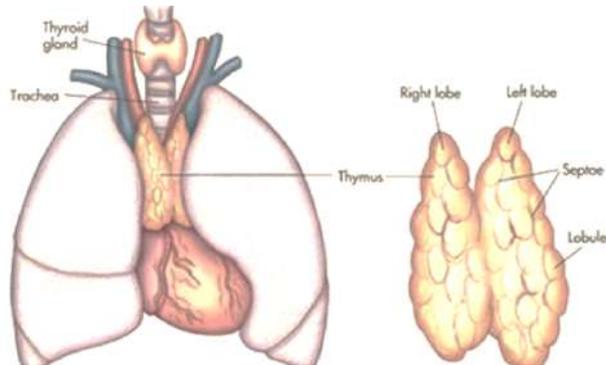
1. Menjaga konsentrasi ion kalsium plasma.
2. Mengatur ekskresi fosfor dan kalsium oleh ginjal.
3. Mempercepat absorpsi kalsium di intestinum.
4. Mengatur aktivitas resorpsi tulang hingga kalsium darah bertambah.
5. Mengatur perpindahan fosfat dan kalsium (Kirnantoro & Maryana, 2021).

6.3.4 Timus

Kelenjar timus berada pada mediastinum di belakang sternum. Kelenjar ini didapati pada anak-anak di bawah umur 18 tahun. Pada bayi baru lahir ukurannya sangat kecil kira-kira hanya 10gr. Ukurannya bertambah saat remaja kemudian kembali berkerut.

Kelenjar timus berfungsi sebagai:

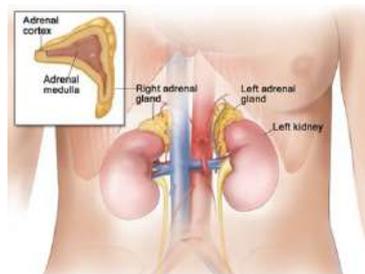
1. Sumber sel dengan kemampuan imunologis.
2. Sumber hormon timik yang menyiapkan maturasi sel dan proliferasi.
3. Mengaktifkan pertumbuhan tubuh.
4. Mengurangi aktivitas organ kelamin (Kirnantoro & Maryana, 2021).



Gambar 6.5: Kelenjar Timus

6.3.4 Adrenal

Kelenjar adrenal atau suprarenalis memiliki bentuk pendek dan terletak pada atas ginjal. Kelenjar ini terbagi atas dua bagian yaitu bagian luar yang menghasilkan kortisol, dan bagian medula yang menghasilkan epinefrin & noradrenalin. Bagian korteks menghasilkan hormon steroid, dan bagian medula menghasilkan katekolamin (Nugrahaeni, 2020).



Gambar 6.6: Kelenjar Adrenal/Suprarenalis

1. Korteks

Bagian korteks terdiri atas sel epitel dan berisi lipid. Hormon yang dihasilkan oleh korteks adrenal ialah hidrokortison, aldosterone, dan kortikosteron. Semua hormon tersebut saling berhubungan dengan metabolisme. Fungsi kelenjar adrenal bagian korteks adalah:

- a. Mengatur keseimbangan garam, elektrolit, dan juga air.
- b. Mengatur metabolisme protein, lemak, dan hidrat arang.

- c. Memengaruhi aktivitas jaringan limfoid.
2. Medula

Medula tersusun atas sel yang memproduksi dua hormon utama yaitu epinefrin dan norepinefrin (NE). Fungsi dari kedua hormon tersebut adalah:

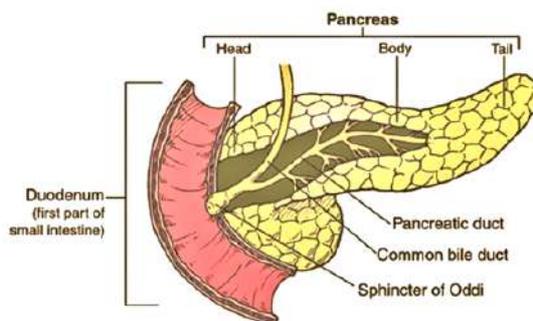
 - a. Pada sistem kardiovaskuler
 - Epinefrin: sebagai stimulus kerja jantung, menambah frekuensi otot jantung, dan memperbanyak curah jantung.
 - Norepinefrin: meningkatkan tekanan darah, di mana hal ini bermanfaat untuk memperbaiki keadaan syok.
 - a. Pada otot polos
 - b. Membuat relaksasi otot polos gaster, usus, kandung kemih, dan bronkus.
 - c. Efek metabolik epinefrin:
 - Hepar: menaikkan gula dan menstimulasi pemecahan glikogen.
 - Otot: menambah pemecahan glikogen.
 - Lemak: memiliki efek lipolisis yang menyebabkan terjadi pelepasan asam amino serta gliserol ke dalam darah.
 - Pankreas: menghalangi produksi insulin.

6.3.5 Pankreas

Pankreas adalah organ tubuh panjang yang terletak retroperitoneal di perut bagian atas, di depan vertebra lumbalis I dan II. Pankreas terbagi atas tiga bagian yaitu kepala, badan, dan ekor. Kepala pankreas merupakan bagian yang paling lebar, terletak di sebelah kanan rongga abdomen, pada lekukan duodenum yang praktis melingkarinya. Badan pankreas ialah bagian utama yang terletak di belakang lambung depan vertebra lumbalis pertama. Ekor pankreas merupakan bagian teruncing yang terletak di samping kiri dan menyentuh limpa (Pearce, 2021).

Pankreas terdiri dari sel alfa dan sel beta. Sel alfa menghasilkan glukagon sebagai faktor hiperglikemik anti insulin yang aktif, sedangkan sel beta berfungsi sebagai penghasil insulin. Insulin adalah protein kecil yang terdiri dari dua rantai asam amino yang dihubungkan oleh ikatan disulfida. Produksi insulin

diatur oleh gula darah. Jika gula darah tinggi, maka produksi insulin berlangsung, tetapi jika gula darah normal/rendah, produksi insulin menurun.



Gambar 6.7: Kelenjar Pankreas

Kekurangan insulin menyebabkan glukosa tertahan di luar sel, sehingga dapat berujung penyakit diabetes mellitus. Penyakit ini mengakibatkan sel jaringan mengalami kekurangan glukosa/energi. Hal ini cukup membahayakan, karena glukosa merupakan zat gizi yang digunakan oleh retina, otak, dan epitel germinativum (Kirnantoro & Maryana, 2021).

6.3.5 Kelamin

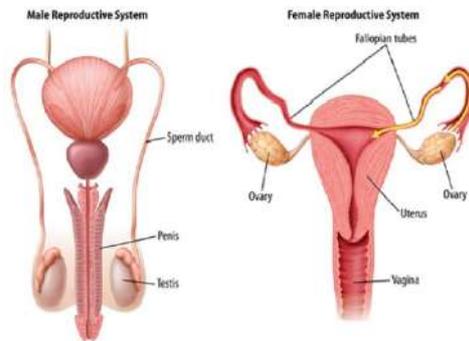
1. Ovarium

Ovarium mengeluarkan hormon estrogen, progesteron, dan sel telur. Hormon ini memengaruhi tugas uterus dan memunculkan sifat feminim, contohnya pinggul yang besar dan bahu yang sempit. Saat hamil, estrogen diproduksi oleh plasenta. Mekanisme aksi estrogen adalah mengatur ekspresi gen tertentu dan merangsang DNA, sedangkan progesterone memiliki aksi terhadap organ reproduksi dan kondisi psikologis perempuan.

2. Testis

Hormon yang diproduksi dan disekresikan oleh testis ialah testosteron, yang merupakan androgen/hormon pria. Testosteron berfungsi mengatur produksi sperma, merangsang pemeliharaan dan perkembangan karakteristik seksual pria, contohnya pendalaman suara

dan pertumbuhan janggut. Testis juga menghasilkan inhibin yang bertugas menghambat produksi FSH (Chalik, 2016).



Gambar 6.8: Kelenjar Ovarium dan Testis

Fungsi reproduksi laki-laki yaitu:

1. Spermatogenesis yaitu untuk pembuatan sperma.
2. Alat aktivitas seksual.
3. Mengatur organ seks, dan metabolisme sel (Kirnantoro & Maryana, 2021).

Bab 7

Anatomi Fisiologi Sistem Pencernaan

7.1 Pendahuluan

Sistem gastrointestinal adalah jalan masuk bagi zat gizi dan cairan ke dalam tubuh. Protein, lemak, dan karbohidrat kompleks terutama dipecah menjadi unit yang dapat diserap (dicerna) di usus kecil melintasi selaput lendir serta memasuki getah bening atau darah (penyerapan) (Ganong, 2008). Sistem pencernaan bertanggung jawab atas asupan, pemrosesan, dan penyerapan nutrisi dan air yang dicerna. Sangat penting untuk penyediaan substrat, mineral, vitamin, dan air dan untuk pengaturan dan integrasi proses metabolisme di seluruh tubuh. Fungsi normal sistem pencernaan diperlukan untuk homeostasis seluruh tubuh serta fungsi normal sistem organ individu (Widmaier, Raff and Strang, 2019).

Sistem pencernaan terdiri dari saluran pencernaan (gastrointestinalis; gastro berarti "lambung") ditambah organ-organ pencernaan tambahan (aksesori) seperti kelenjar liur, pankreas eksokrin, dan sistem empedu (hati dan kandung empedu) yang akan mengeluarkan sekresinya ke dalam saluran selama proses pencernaan berlangsung. (Sherwood, 2001). Untuk memenuhi kebutuhan materi dan energi bagi makhluk hidup, makanan harus ditelan, diproses dan

dipecahkan (dicerna), serta diserap (absorpsi) oleh usus. Gigi menghancurkan makanan padat yang dibantu oleh kelenjar saliva. Saliva mengandung musin, zat pelumasan dan antibodi serta amilase- α yang berperan dalam proses pemecahan polisakarida (Silbernagl, 2007).

Agar makanan dapat dicerna secara optimal, setiap organ pada saluran pencernaan menyesuaikan dengan fungsi spesifiknya, beberapa organ seperti esofagus digunakan untuk pasase makanan yang sederhana, kemudian organ yang lainnya seperti lambung digunakan untuk menyimpan makanan, dan usus halus digunakan untuk mengabsorpsi makanan (Sherwood, 2001).

Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem pencernaan manusia memiliki fungsi yang dinyatakan oleh (Inayah, 2004) sebagai berikut:

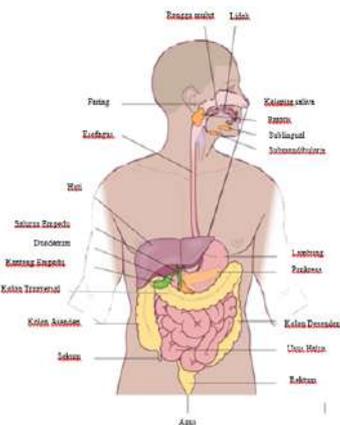
1. Lambung sebagai tempat penerima makanan yang paling besar (reservoir) dan menerima nutrisi mulai dari mulut.
2. Menghancurkan nutrisi dalam bentuk partikel kecil untuk dapat memasuki aliran darah sehingga memungkinkan partikel tersebut untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh.
3. Membuang sisa makanan yang tidak dapat dicerna melalui anus.

7.1.2 Organ Pencernaan

Saluran pencernaan (traktus digestivus) mempunyai panjang kurang lebih 30 kaki (9 m), yang berjalan melalui bagian tengah tubuh mulai dari mulut sampai ke anus. Saluran pencernaan mencakup organ-organ berikut (gambar 7.1): Rongga mulut, faring (tenggorokan), esofagus, lambung, usus halus (terdiri dari duodenum, jejunum dan ileum), usus besar (terdiri dari sekum, apendiks, kolon dan rektum) dan anus (Waugh and Grant, 2004). Organ yang mensekresi kelenjar pencernaan meliputi kelenjar ludah (saliva), kelenjar getah lambung, kelenjar pancreas dan kelenjar empedu (Syarifuddin, 2016).

Semua organ pencernaan saling berkaitan satu sama lain. Lumen saluran pencernaan ini mulai dari mulut sampai ke anus yang dianalogikan seperti lumen sedotan berhubungan dengan lingkungan eksternal. Akibatnya, zat yang masuk ke dalam lumen saluran pencernaan secara teknis bukan bagian dari organ tubuh, selanjutnya soda yang diminum melalui sedotan bukan bagian dari sedotan tersebut akan tetapi setelah bahan tersebut masuk ke dalam tubuh akan diserap sehingga akan menjadi bagian dari tubuh. Sebagai contoh pH isi lambung turun sampai 2,0 akibat sekresi asam hidroklorida (HCl) oleh lambung,

namun pH cairan tubuh yang memungkinkan kehidupan berada dalam rentang 6,8 sampai 8,0 (Sherwood, 2001).



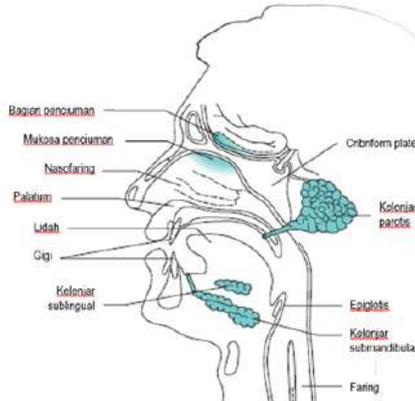
Gambar 7.1: Saluran pencernaan (Peate and Nair, 2015)

7.1.3 Mulut

Rongga mulut adalah sebuah lubang dengan bagian depan tertutup oleh bibir yang berotot dan digunakan untuk membantu memperoleh, mengarahkan dan menampung makanan di mulut. (Sherwood, 2001). Mulut atau rongga mulut merupakan tempat dimulainya proses pencernaan (Gambar 7.2). Rongga mulut terdiri dari beberapa struktur yang berbeda. Bibir dan pipi adalah struktur jaringan otot dan ikat, dilapisi dengan sel epitel skuamosa berlapis yang mensekresi lendir yang memberikan perlindungan terhadap abrasi yang disebabkan oleh keausan (Peate and Nair, 2015).

Bibir dan pipi, membantu memindahkan dan mengakumulasi makanan di dalam mulut ketika gigi menghancurkan makanan. Proses ini disebut mastikasi (mengunyah). Bibir dan pipi juga terlibat dalam artikulasi dan ekspresi wajah (Peate and Nair, 2015). Bagian luar bibir ditutupi oleh kulit sedangkan bagian dalamnya dilapisi oleh jaringan epitel yang mengandung mukosa. Fungsinya dalam menghasilkan berbagai bunyi bergantung pada perbedaan bentuk bibir (berbicara), selain itu bibir juga berfungsi sebagai reseptor sensorik (sebagai contoh, sewaktu berciuman) (Sherwood, 2001). Sedangkan pipi melengkapi bagian luar mulut yang dilapisi oleh kulit dan terdapat fasia bukokaringeal dengan jaringan lemak kemudian bagian dalamnya dilapisi oleh jaringan epitel

karena mengandung selaput lendir (membran mukosa). Otot pipi dibentuk oleh M. buksinator (Syarifuddin, 2016).

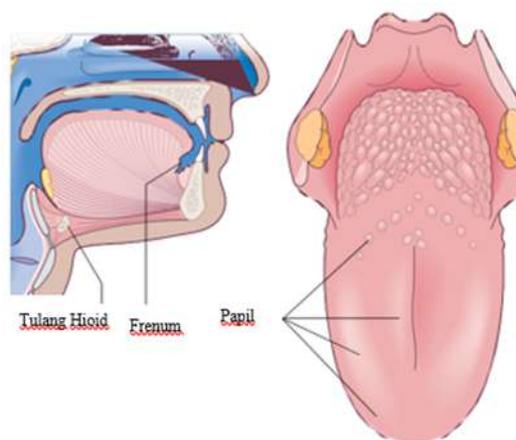


Gambar 7.2: Bagian rongga mulut (Smith and Morton, 2010)

Langit-langit (Palatum). Berbentuk atap lengkung di dalam rongga mulut dan memisahkan mulut dari saluran hidung (Gambar 7.2). Palatum membantu dalam proses bernafas ketika sedang mengunyah atau mengisap makanan yang berlangsung bersamaan. Secara embriologis, palatum berasal dari penonjolan dari kedua sisi rahang yang tumbuh ke arah dalam dan menyatu di garis tengah rongga mulut. Bagian palatum yang berada dibagian depan mulut dikenal sebagai palatum durum (langit-langit keras), sedangkan bagian palatum yang berada dibagian belakang mulut disebut palatum mole (langit-langit lunak). Kemudian dibagian belakang dekat tenggorokan terdapat suatu tonjolan menggantung dari palatum mole, yakni uvula yang berperan penting untuk menutup saluran hidung ketika kita menelan (Sherwood, 2001).

Lidah, Dasar mulut sebagian besar dibentuk oleh anterior lidah dan lipatan balik membrane mukosa. Sisi lidah pada gusi di atas mandibular. Garis tengah lipatan membrane mukosa terdapat frenulum lingua. Di kiri dan kanan frenulum lingua terdapat papilla kecil bagian puncaknya bermuara duktus glandula submandibularis (Syarifuddin, 2016). Lidah adalah organ berotot di dalam mulut. Lidah ditutupi dengan jaringan merah muda lembab yang disebut mukosa. Benjolan kecil yang disebut papila memberikan tekstur kasar pada lidah. Ribuan indera pengecap menutupi permukaan papila. Kuncup pengecap adalah kumpulan sel mirip saraf yang terhubung ke saraf yang mengalir ke otak. Lidah ditambatkan ke mulut oleh jaringan keras dan mukosa. Tali yang menahan bagian depan lidah disebut frenum (Gambar 7.3). Di bagian belakang

mulut, lidah berlabuh ke tulang hyoid. Lidah sangat penting untuk mengunyah dan menelan makanan, serta untuk berbicara (Peate and Nair, 2015). Pada permukaan atas dekat pangkal lidah terdapat alur berbentuk "V", yaitu sulkus terminalis, yang memisahkan lidah bagian anterior dari bagian posterior. Permukaan sepertiga belakang lidah tampak bernodul, tidak rata karena adanya nodulus limfatikus (tonsilia lingual) (Tambayong, 2001).



Gambar 7.3: Lidah (Peate and Nair, 2015)

Lidah terdapat dalam kavum oris, merupakan susunan otot serat lintang yang kasar dilengkapi dengan mukosa. Lidah berperan dalam proses mekanisme pencernaan di mulut (Syaifuddin, 2016).

Bagian-bagian lidah adalah:

1. Pangkal lidah, pada bagian belakang terdapat epiglottis yang berfungsi menutup jalan pernapasan pada waktu menelan.
2. Pangkal lidah, terdapat puting-putting (papil) pengecap untuk menentukan rasa makanan. Pada dorsum lingua terdapat jonjot-jonjot kecil sebagai puting pengecap terdiri dari:
 - a. Papila filiformis yang tersebar pada seluruh permukaan lidah
 - b. Papila fungiformis, terdapat pada tepi lidah bagian apeks.
 - c. Papila sirkumvalate, didepan sulkus terminalis lidah.
 - d. Papila foliatae, tepi samping posterior lidah.

3. Ujung lidah membantu membalikkan makanan, proses berbicara, merasakan makanan dan membantu proses menelan.

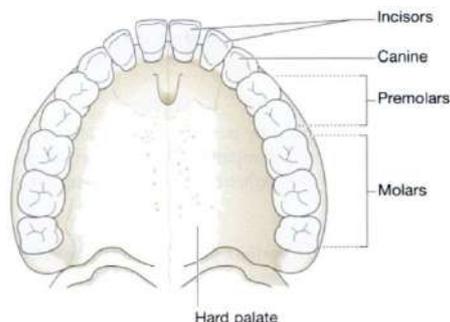
Gigi, bertanggung jawab untuk mengunyah, yang menguraikan makanan, mencampurkannya dengan air liur dan merangsang sekresi pencernaan. Gigi atas dan bawah biasanya tepat (pas) satu sama lain pada saat kedua rahang dikatupkan (Sherwood, 2001). Gigi tertanam di tulang atas dan bawah mulut. Lengkung atas lebih besar daripada lengkung bawah, dan ini menyebabkan gigi bawah menjadi tumpang tindih dengan gigi atas. Dalam diri manusia ada lima gigi sulung (susu) di setiap setengah rahang (jumlah seluruhnya 20) yang muncul (erupsi) antara usia sekitar 6 bulan dan 2 tahun. Gigi mulai tanggal antara 6 dan 13 tahun usia dan secara bertahap digantikan oleh orang dewasa permanen gigi. Yang terakhir nomor delapan di setiap setengah rahang (jumlah seluruhnya 32 buah). Lima gigi dewasa anterior menggantikan gigi susu (Smith and Morton, 2010). Saat lahir, kedua gigi dalam bentuk yang belum matang di mandibula dan rahang atas. Ada 20 gigi sementara, 10 di setiap rahang dan mulai tumbuh ketika anak berusia sekitar 6 bulan, dan semuanya akan muncul setelah 24 bulan (Tabel 7.1). Gigi permanen mulai menggantikan gigi sulung pada usia 6 tahun dan gigi ini, yang terdiri dari 32 gigi, biasanya lengkap pada tahun ke-24 (Waugh and Grant, 2004).

Table 7.1: Gigi Sulung dan Permanen (Waugh and Grant, 2004)

Rahang	Molar	Premolar	Gigi taring	Gigi seri	Gigi seri	Gigi taring	Premolar	Molar
Gigi sulung								
Atas	2	-	1	2	2	1	-	2
Bawah	2	-	1	2	2	1	-	2
Gigi permanen								
Atas	3	2	1	2	2	1	2	3
Bawah	3	2	1	2	2	1	2	3

Fungsi gigi. Gigi seri yang tajam khusus untuk menggigit, sedangkan geraham yang lebih besar dan lebih rata dispesialisasikan untuk menggiling. Setiap gigi memiliki struktur dasar yang mirip dengan yang terlihat mahkota menonjol di atas gingiva (gusi) dan akar yang terkubur di alveolus maksila atau mandibula, sedangkan gigi premolar dan molar, dengan permukaan yang rata dan lebar,

digunakan untuk menggiling atau mengunyah makanan (Smith and Morton, 2010).



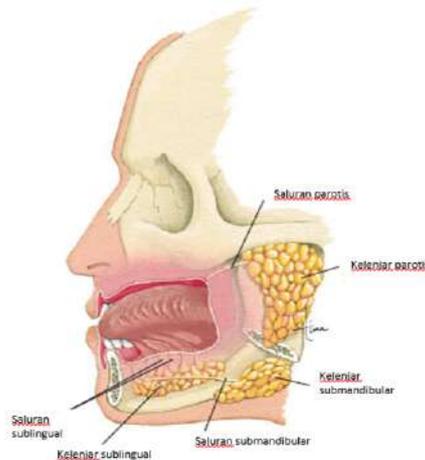
Gambar 7.4: Mulut dan gigi permanen (Waugh and Grant, 2004)

Kelenjar saliva, bertanggungjawab untuk membasahi mukosa rongga mulut, vestibulum dan bibir, saliva (liur) disekresikan secara terus menerus oleh kelenjar-kelenjar kecil yang jumlahnya banyak dan berhubungan dengan rongga mulut (Tambayong, 2001). Air liur diproduksi di dalam dan disekresikan dari kelenjar ludah. Unit sekretori dasar kelenjar ludah adalah kelompok sel yang disebut asini. Sel-sel ini mengeluarkan cairan yang mengandung air, elektrolit, lendir dan enzim, yang semuanya mengalir keluar dari asinus ke saluran pengumpul. Di dalam saluran, komposisi sekresi diubah. Sebagian besar natrium direabsorpsi secara aktif, kalium disekresikan, dan sejumlah besar ion bikarbonat disekresikan. Bikarbonat penting karena, bersama dengan fosfat, menyediakan penyangga penting yang menetralkan sejumlah besar asam yang diproduksi di lambung (Peate and Nair, 2015).

Kelenjar ludah menuangkan sekretinya ke dalam mulut. Ada tiga pasang: kelenjar parotis, kelenjar submandibular dan kelenjar sublingual. Kelenjar parotis terletak satu di setiap sisi wajah tepat di bawah meatus akustik eksternal. Setiap kelenjar memiliki duktus parotis yang membuka ke dalam mulut setinggi gigi geraham atas kedua. Kelenjar submandibular terletak satu di setiap sisi wajah di bawah sudut rahang. Dua saluran submandibular terbuka di dasar mulut, satu di setiap sisi frenulum lidah. Kelenjar sublingual terletak di bawah selaput lendir dasar mulut di depan kelenjar submandibular. Mereka memiliki banyak saluran kecil yang membuka ke dasar mulut (Waugh and Grant, 2004).

Sekitar 1500 mL air liur disekresikan per hari. PH air liur dari kelenjar istirahat sedikit kurang dari 7,0, tetapi selama sekresi aktif, mendekati 8,0. Saliva

mengandung dua enzim pencernaan: lipase lingual, yang disekresikan oleh kelenjar di lidah, dan saliva -amilase, yang disekresikan oleh kelenjar ludah. Enzim dari kelenjar ludah dan lingual mengolah karbohidrat dan lemak; enzim dari perut mengolah protein dan lemak; dan enzim dari bagian eksokrin pankreas mengolah karbohidrat, protein, lipid, DNA, dan RNA. Enzim lain yang melengkapi proses pencernaan ditemukan di membran luminal dan sitoplasma sel yang melapisi usus kecil. Kerja enzim dibantu oleh asam klorida yang disekresikan oleh lambung dan empedu yang disekresikan oleh hati. Saliva juga mengandung musin, glikoprotein yang melumasi makanan, mengikat bakteri, dan melindungi mukosa mulut. Ini juga mengandung globulin imun sekretorik IgA; lisozim, yang menyerang dinding bakteri; laktoferin, yang mengikat zat besi dan bersifat bakteriostatik; dan protein kaya prolin yang melindungi email gigi dan mengikat tanin beracun (Ganong, 2008).



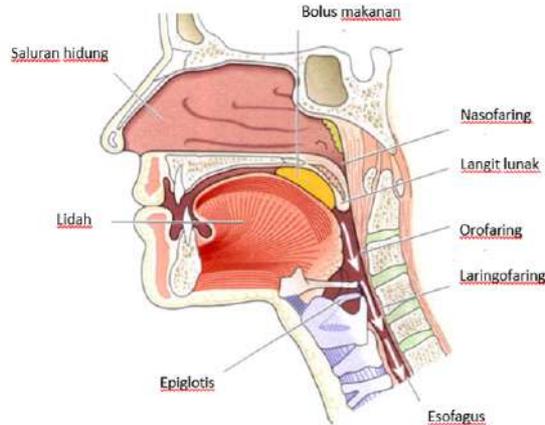
Gambar 7.5: Bagian-bagian kelenjar saliva (Waugh and Grant, 2004)

Saliva terdiri dari 99,5% H₂O serta 0,5% protein dan elektrolit. Protein pada air liur terdiri dari amilase, mucus, dan lisozim yang berperan penting dalam fungsi saliva, yaitu:

1. Pencernaan karbohidrat di dalam mulut dibantu oleh enzim amilase yang terdapat pada saliva dengan mengubah polisakarida menjadi disakarida.
2. Saliva mempermudah proses menelan karena adanya mukus yang kental dan licin.

3. Saliva memiliki efek antibakteri. Saliva mengandung lisozim yang merupakan enzim yang dapat melisiskan bakteri dan dapat membuang sumber makanan bakteri.
4. Saliva sebagai pelarut pada molekul makanan yang merangsang papil pengecap.
5. Air liur membantu kita berbicara dengan mempermudah gerakan bibir dan lidah. Contoh: kita sulit berbicara apabila mulut kita kering.
6. Saliva berperan dalam higiene mulut dengan membantu menjaga kebersihan mulut dan gigi.
7. Penyangga bikarbonat di air liur menetralkan asam di makanan serta asam yang dihasilkan oleh bakteri di mulut, sehingga membantu mencegah karies (lubang) gigi.

Faring, merupakan organ yang menghubungkan rongga mulut dengan kerongkongan, terbentang tegak lurus antara basis kranii setinggi vertebrae servikalis VI. Faring dibentuk oleh jaringan yang kuat organ penting di dalamnya adalah tonsil. Faring melanjutkan diri ke esofagus untuk pencernaan makanan (Syaifuddin, 2016). Faring terdiri atas tiga bagian, nasofaring, orofaring dan laringofaring. Nasofaring berperan penting dalam respirasi. Orofaring dan laringofaring adalah saluran yang umum untuk sistem pernapasan dan pencernaan. Makanan melewati rongga mulut ke faring kemudian ke kerongkongan sampai kebawah secara terus menerus. Dinding faring dibangun dari tiga lapisan jaringan. Lapisan membran (mukosa) adalah epitel skuamosa berlapis dengan lapisan otot di satu ujung dan dengan kerongkongan di ujung lainnya. Lapisan tengah terdiri dari jaringan fibrosa yang menjadi lebih tipis ke arah ujung bawah dan mengandung pembuluh darah dan getah bening serta saraf. Lapisan luar terdiri dari sejumlah otot konstriktor involunter yang terlibat dalam proses menelan. Ketika makanan mencapai faring, proses menelan di bawah kendali neuromuskular involunter (Waugh and Grant, 2004).



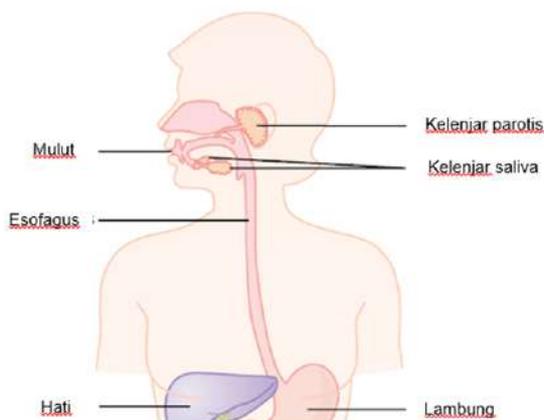
Gambar 7.6: Faring dan proses menelan (Waugh and Grant, 2004)

7.1.4 Esofagus (Kerongkongan)

Esofagus merupakan saluran pencernaan setelah mulut dan faring, Sekresi esofagus bersifat mukoid, berfungsi memberikan pelumas untuk pergerakan makanan melalui esofagus, Pada esofagus banyak terdapat kelenjar mukosa composita. Untuk Mencegah erosi mukosa oleh makanan yang baru masuk, kelenjar composita pada perbatasan esofagus dengan lambung melindungi dinding esofagus dari pencernaan getah lambung (Syarifuddin, 2016).

Kerongkongan memiliki panjang sekitar 25 cm dengan diameter sekitar 2 cm, terletak pada bidang median toraks di depan kolumna vertebralis bagian belakang trakea dan jantung. Esofagus kearah atas berhubungan dengan faring dan terletak tepat di bawah diafragma, sampai ke lambung. Ini melewati antara serat otot diafragma di belakang tendon sentral pada tingkat vertebra toraks ke-10. Segera kerongkongan telah melewati diafragma, ia melengkung ke atas sebelum membuka ke perut. Sudut tajam ini diyakini sebagai salah satu faktor yang mencegah regurgitasi (aliran balik) isi lambung ke kerongkongan. Ujung atas dan bawah esofagus ditutup oleh otot sfingter. Sfingter krikofaringeal atas mencegah udara masuk ke kerongkongan selama inspirasi dan aspirasi isi esofagus. Sfingter esofagus bagian bawah atau jantung mencegah refluks asam lambung ke dalam esofagus. Tidak ada penebalan otot sirkular di daerah ini dan oleh karena itu sfingter ini bersifat 'fisiologis', yaitu daerah ini dapat bertindak sebagai sfingter tanpa adanya gambaran anatomis. Ketika tekanan intraabdominal meningkat, misalnya selama inspirasi dan defekasi, tonus otot

sfingter bawah meningkat. Ada efek cubitan tambahan oleh serat otot diafragma yang berkontraksi (Waugh and Grant, 2004).



Gambar 7.7: Esofagus (Guyton and Hall, 2006)

7.1.5 Lambung

Lambung adalah bagian saluran pencernaan yang melebar berbentuk huruf J yang terletak di daerah epigastrium, umbilikal, dan hipokondrium kiri rongga perut. Lambung bersambung dengan esofagus di sfingter jantung dan dengan duodenum di sfingter pilorus, memiliki dua lengkungan. Lengkungan minornya pendek, terletak pada permukaan posterior lambung dan merupakan kelanjutan ke bawah dari dinding posterior esofagus. Tepat sebelum sfingter pilorus melengkung ke atas untuk melengkapi bentuk J. Di mana esofagus bergabung dengan lambung, daerah anterior membentuk sudut tajam ke atas, melengkung ke bawah membentuk kurvatura mayor kemudian sedikit ke atas menuju sfingter pilorus. Ketika lambung tidak aktif, sfingter pilorus akan berelaksasi dan terbuka dan ketika lambung berisi makanan, sfingter pilorus tertutup (Waugh and Grant, 2004).

Lambung terletak di kuadran kiri atas rongga perut, di sebelah kiri hati dan di depan limpa. Meski merupakan bagian dari saluran pencernaan, lambung bukanlah sebuah tabung, melainkan sebuah kantung yang memanjang dari kerongkongan hingga usus kecil. Karena merupakan kantung, lambung merupakan tempat penyimpanan makanan, sehingga pencernaan berlangsung secara bertahap dan kita tidak harus makan terus-menerus. Pencernaan mekanik dan kimiawi terjadi di lambung. Bagian-bagian lambung ditunjukkan pada

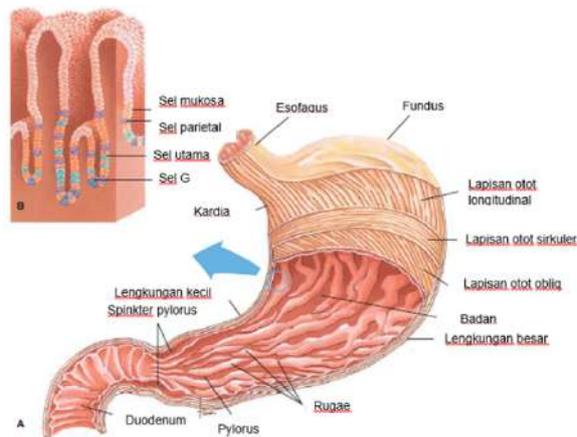
Gambar 7.8. Orifisium kardiak (kardia) adalah muara esofagus, dan fundus adalah bagian di atas tingkat lubang ini. Korpus lambung adalah bagian tengah yang besar, di lateral dibatasi oleh kurvatura mayor dan di medial oleh kurvatura minor. Pylorus berbatasan dengan duodenum dari usus kecil, dan sfingter pylorus mengelilingi persimpangan dua organ. Fundus dan korpus terutama merupakan tempat penyimpanan, sedangkan sebagian besar pencernaan terjadi di pylorus (Scanlon and Sanders, 2015).

Empat daerah lambung adalah kardia, fundus, badan, dan pylorus. Pylorus dibagi menjadi antrum dan kanal dan menyempit di sfingter pylorus, yang menjaga jalan masuk ke duodenum. Ketika perut kosong, mukosa (lapisan dalam) memiliki lipatan yang disebut rugae yang memungkinkan perluasan lapisan. Mukosa berisi lubang lambung dengan kelenjar lambung yang menghasilkan cairan lambung. Cairan lambung mulai disekresi saat seseorang melihat atau mencium bau makanan, hal ini dikarenakan oleh adanya respon parasimpatis. Adanya makanan di lambung merangsang mukosa lambung untuk mensekresi hormon gastrin yang dapat meningkatkan sekresi getah lambung (Williams and Hopper, 2015).

Lambung, yang menyimpan dan mencampur makanan dengan sekret, mengeluarkan cairan yang sangat asam sebagai respons terhadap adanya atauantisipasi konsumsi makanan. Cairan ini, yang dapat berjumlah 2,4 L/hari, dapat memiliki pH serendah 1 dan memperoleh keasamannya dari asam klorida (HCl) yang disekresikan oleh kelenjar lambung. Fungsi sekresi lambung ini ada dua: untuk memecah makanan menjadi komponen yang lebih mudah diserap dan untuk membantu penghancuran sebagian besar bakteri yang tertelan. Pepsin, enzim penting untuk pencernaan protein, adalah produk akhir konversi pepsinogen dari sel utama (Hinkle and Cheever, 2018).

Tiga lapisan otot polos di dinding perut mencapai pencernaan mekanis yang efisien, mengubah makanan yang dicerna menjadi cairan kental yang disebut chyme. Sfingter pylorus berkontraksi saat lambung mengaduk makanan dan berelaksasi pada interval tertentu untuk memungkinkan sejumlah kecil kimus masuk ke duodenum. Karbohidrat paling mudah dicerna oleh lambung, diikuti oleh protein dan lemak (Williams and Hopper, 2015). Lambung disuplai dengan darah arteri dari cabang arteri seliaka dan darah vena meninggalkan lambung melalui vena hepatica. Nervus vagus mempersarafi lambung dengan serabut parasimpatis yang merangsang motilitas lambung dan sekresi getah lambung. Serabut simpatis dari plexus celiac mengurangi aktivitas lambung. Lambung memiliki empat lapisan jaringan yang sama dengan saluran pencernaan tetapi

dengan beberapa perbedaan. Muskularis mengandung tiga lapisan otot polos, bukan dua. Ini memiliki serat otot longitudinal, melingkar dan miring. Lapisan otot ekstra memfasilitasi pengadukan, pencampuran dan pemecahan mekanis makanan yang terjadi di dalam perut serta mendukung perjalanan makanan selanjutnya dengan peristaltik (Peate and Nair, 2015).



Gambar 7.8: Bagian-bagian Lambung (Scanlon and Sanders, 2015)

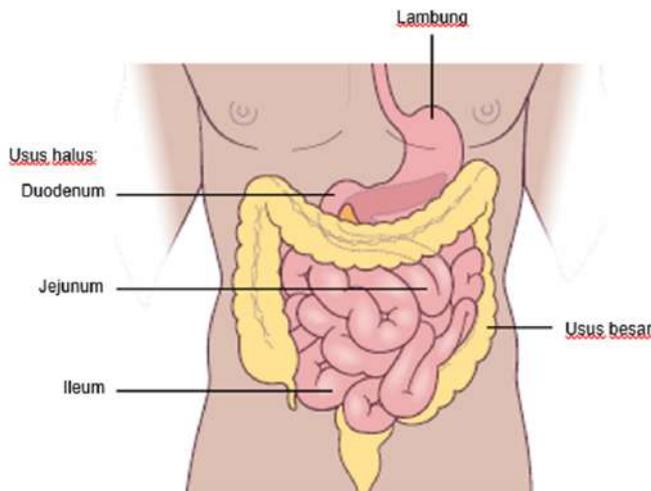
7.1.6 Usus Halus

Usus halus adalah bagian dari saluran pencernaan yang mengikuti lambung, dan merupakan tempat sebagian besar pencernaan dan penyerapan makanan berlangsung. Usus halus terdiri dari tiga bagian. Bagian pertama, yang disebut duodenum, terhubung ke perut. Bagian tengah adalah jejunum. Bagian terakhir, yang disebut ileum, menempel pada usus besar (Gambar 7.9) (Peate and Nair, 2015).

Pada manusia dewasa, usus halus terdiri dari sekitar 6 m pipa berdiameter 3,5 cm yang melingkar di perut. Ini mengarah dari perut ke usus besar. Duodenum terdiri dari 25 cm pertama atau lebih. Daerah ini berbeda dari bagian usus halus lainnya karena tidak memiliki mesenterium. Wilayah yang berdekatan adalah jejunum yang terdiri sekitar 40% (2,5 m) dari usus kecil. Bagian distal yang tersisa adalah ileum. Otot polos longitudinal di dinding biasanya berkontraksi sebagian (tonus). Setelah kematian, ketika dalam keadaan rileks, usus halus mencapai panjang kira-kira 7,5 m (Smith and Morton, 2010). Bentuk dan susunannya berupa lipatan-lipatan melingkar, makanan dalam intestinum minor

dapat masuk karena adanya gerakan dan memberikan permukaan yang lebih halus, pada ujung dan pangkalnya terdapat katup intestinum minor terletak dalam rongga abdomen dan dikelilingi oleh usus besar (Syaifuddin, 2016).

Di usus halus, isi usus bercampur dengan sekresi sel-sel mukosa dan dengan getah pankreas dan empedu. Pencernaan, yang dimulai di mulut dan lambung, diselesaikan di lumen dan sel-sel mukosa usus kecil, dan produk pencernaan diserap, bersama dengan sebagian besar vitamin dan cairan. Usus halus diberi sekitar 9 L cairan per hari—2 L dari sumber makanan dan 7 L sekresi gastrointestinal; namun, hanya 1-2 L yang masuk ke usus besar (Ganong, 2008).



Gambar 7.9: Bagian-bagian Usus halus (Peate and Nair, 2015)

Duodenum adalah bagian pendek dari usus halus yang menghubungkannya dengan lambung. Strukturnya dibatasi oleh sfingter pilorus yang menandai ujung bawah lambung sebelum menuju ke bagian usus halus berikutnya, jejunum. Duodenum sebagian besar bertanggung jawab atas pemecahan makanan di usus kecil, menggunakan enzim. Duodenum juga mengatur kecepatan pengosongan lambung. Sekretin dan kolesistokinin dilepaskan dari sel-sel di epitel duodenum sebagai respons terhadap rangsangan asam dan lemak yang ada di sana ketika pilorus terbuka dan melepaskan kimus lambung ke duodenum untuk pencernaan lebih lanjut. Ini menyebabkan hati dan kantung empedu melepaskan empedu, dan pankreas melepaskan bikarbonat dan enzim pencernaan seperti tripsin, lipase dan amilase ke dalam duodenum sesuai kebutuhan.

Jejunum merupakan bagian dari usus kecil yang jauh lebih panjang daripada duodenum, lebih besar, berdinding lebih tebal, avaskular dan memiliki lipatan melingkar lebih banyak dari ileum. Permukaan bagian dalam jejunum, selaput lendirnya, ditutupi tonjolan yang disebut vili, yang meningkatkan luas permukaan jaringan yang tersedia untuk menyerap nutrisi dari isi usus (Peate and Nair, 2015).

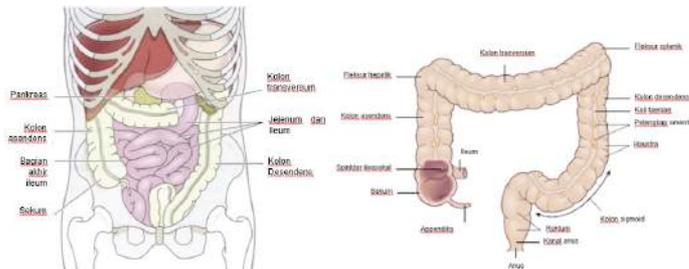
Tidak ada ciri anatomi yang memisahkan jejunum dari ileum. Struktur jejunum dan ileum pada dasarnya mirip dengan duodenum. Namun, ada penurunan bertahap dalam diameter, dan dalam ketebalan dinding, serta dalam jumlah lipatan mukosa, dengan jarak dari duodenum. Persimpangan antara ileum dan usus besar adalah persimpangan ileocaecal. Ini terdiri dari cincin otot polos yang menebal, yang dikenal sebagai sfingter ileocaecal, yang mengurangi refluks dari usus besar (Smith and Morton, 2010).

Ileum adalah segmen terakhir dan terpanjang dari usus halus. Hal ini secara khusus bertanggung jawab untuk penyerapan vitamin B12 dan reabsorpsi garam empedu terkonjugasi. Ileum panjangnya sekitar 4 meter dan memanjang dari jejunum (bagian tengah dari usus kecil) ke katup ileocecal, yang bermuara di usus besar (usus besar). Ileum ditanggihkan dari dinding perut oleh mesenterium, lipatan membran serosa. Otot polos ileum lebih tipis daripada dinding bagian lain dari usus, dan kontraksi peristaltiknya lebih lambat. Lapisan ileum juga kurang permeabel dibandingkan dengan usus halus bagian atas, sekitar 90% dari garam empedu terkonjugasi dalam isi usus diserap oleh ileum (Peate and Nair, 2015).

7.1.7 Usus Besar (Kolon)

Usus besar merupakan saluran pencernaan berupa usus berpenampang luas atau berdiameter besar dengan panjang kira-kira 1,5 - 1,7 meter dan penampang 5,5 cm (Syaifuddin, 2016). Bagian posterior usus besar, terdiri dari empat bagian: sekum, kolon, rektum dan anus (Gambar 7.10). Istilah usus besar kadang-kadang digunakan untuk merujuk pada seluruh usus besar (Peate and Nair, 2015). Walaupun usus besar memiliki diameter yang lebih besar dari pada usus halus, namun luas permukaan epitelnya jauh lebih kecil karena usus besar lebih pendek dari pada usus halus, permukaannya tidak berbelit-belit, dan mukosanya tidak memiliki vili yang terdapat pada usus halus. Bagian pertama dari usus besar adalah sekum, sebuah sfingter antara ileum dan sekum disebut katup ileocecal (atau sphincter ileocecal) dan terutama terdiri dari otot polos sirkular yang dipersarafi oleh saraf simpatis. Otot sirkular berkontraksi dengan distensi

kolon dan membatasi pergerakan isi kolon ke belakang ke dalam ileum. Ini mencegah bakteri dari usus besar menjajah bagian akhir dari usus kecil (Widmaier, Raff and Strang, 2019).



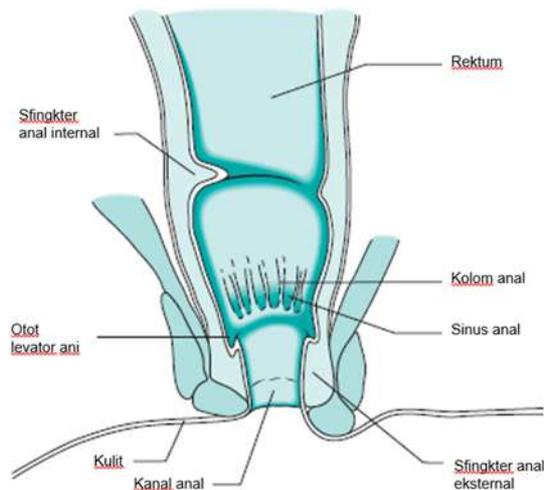
Gambar 7.10: Bagian-bagian Usus Besar (Waugh and Grant, 2004), (Peate and Nair, 2015)

Apendiks adalah penonjolan kecil seperti jari yang memanjang dari sekum dan dapat berpartisipasi dalam fungsi kekebalan dan berfungsi sebagai reservoir bagi bakteri sehat ketika penyakit mengubah populasi bakteri di usus besar. Usus besar terdiri dari tiga segmen yang relatif lurus, bagian asendens, transversal, dan desendens (Widmaier, Raff and Strang, 2019).

Kolon asendens berjalan ke atas dari sekum ke arah hati kemudian melengkung tajam kekiri di fleksura hepatic untuk menjadi kolon transversum. Kolon transversal adalah lengkung usus besar yang memanjang melintasi rongga perut di depan duodenum dan lambung ke daerah limpa di mana ia membentuk fleksura limpa (splenik) dan melengkung tajam ke bawah menjadi kolon desendens. Kolon desenden melewati sisi kiri rongga perut kemudian melengkung ke arah garis tengah. Setelah memasuki panggul sejati dikenal sebagai kolon sigmoid. Kolon sigmoid menggambarkan kurva berbentuk S di panggul kemudian berlanjut ke bawah menjadi rektum. (Waugh and Grant, 2004).

Rektum merupakan lanjutan dari kolon sigmoid yang menghubungkan intestinum mayor dengan anus sepanjang 12 cm, Dimulai dari pertengahan sekum dan berakhir pada kanal anus (Syarifuddin, 2016). Lumen rektum, yang lebih lebar, menyediakan reservoir untuk bahan feces, sebelum buang air besar. Sekum membentuk kantong buntu di bawah persimpangan usus kecil dan usus besar. Apendiks adalah penonjolan kecil seperti jari dari ujung sekum fungsinya tidak diketahui pada manusia, memiliki dinding tebal dan lumen yang sangat sempit. Kanal anus adalah bagian terminal rektum. Panjangnya sekitar 3,8 cm

pada orang dewasa dan mengarah dari rektum ke luar, mulai dari area di mana rektum tiba-tiba menjadi lebih sempit. Permukaan bagian atas saluran anus memperlihatkan sejumlah lipatan vertikal, yang dikenal sebagai kolom anal (atau rektal). Lipatan ini relative lebih menonjol pada anak-anak dibandingkan pada orang dewasa. Kanal anus dikelilingi oleh otot sfingter yang mengontrol pelepasan bahan feces. Sfingter internal adalah penebalan lapisan melingkar muskularis eksterna. Sfingter eksternal, yang terdiri dari beberapa bagian, terdiri dari otot lurik. Susunan sfingter ditunjukkan pada Gambar 7.11 (Smith and Morton, 2010).



Gambar 7.11: Struktur kanal anal (Smith and Morton, 2010)

Fungsi utama usus besar adalah untuk menyimpan bahan feces, dan mengatur pelepasannya ke lingkungan eksternal. Selain itu juga menyerap air dan elektrolit dari chyme, sehingga bahan feces menjadi lebih padat saat melewati usus besar, dan menghasilkan sekresi lendir kental yang melumasi lewatnya bahan feces melalui itu serta menyediakan lingkungan bagi bakteri koli. (Smith and Morton, 2010). Usus besar juga menyerap beberapa vitamin, mineral, elektrolit dan obat-obatan (Peate and Nair, 2015).

Menurut (Waugh and Grant, 2004), fungsi usus besar, rektum dan saluran anus, adalah: Penyerapan. Isi ileum yang melewati katup ileocaecal ke dalam sekum adalah cairan, meskipun sebagian air telah diserap di usus kecil. Di usus besar, penyerapan air berlanjut sampai konsistensi semipadat feces yang sudah dikenal

tercapai. Garam mineral, vitamin dan beberapa obat juga diserap ke dalam kapiler darah dari usus besar.

Aktivitas mikroba. Usus besar banyak dijajah oleh jenis bakteri tertentu yang mensintesis vitamin K dan asam folat termasuk *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Streptococcus faecalis* dan *Clostridium perfringens* (welchii). Mikroba ini komensal pada manusia, mungkin menjadi patogen jika dipindahkan ke bagian lain dari tubuh, misalnya *Escherichia coli* dapat menyebabkan sistitis jika memperoleh akses ke kandung kemih. Gas di usus terdiri dari beberapa konstituen udara terutama nitrogen yang tertelan bersama makanan dan minuman yang masuk ke dalam tubuh, atau sebagai ciri dari beberapa keadaan kecemasan. Hidrogen, karbon dioksida dan metana diproduksi oleh fermentasi bakteri dari nutrisi yang tidak diserap, terutama karbohidrat. Gas keluar dari usus sebagai flatus. Sejumlah besar mikroba hadir dalam tinja.

Gerakan massa. Usus besar tidak menunjukkan gerakan peristaltik seperti yang terlihat di bagian lain dari saluran pencernaan. Hanya pada interval yang cukup lama (sekitar dua kali satu jam) gelombang peristaltik yang kuat menyapu sepanjang kolon transversum memaksa isinya ke kolon desendens dan sigmoid. Ini dikenal sebagai gerakan massa dan sering dipicu oleh masuknya makanan ke dalam perut. Kombinasi stimulus dan respons ini disebut refleks gastrokolik.

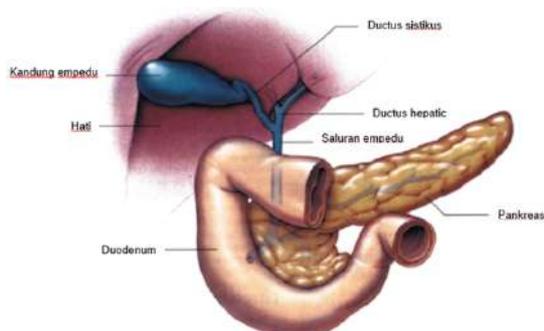
Defekasi. Biasanya rektum kosong, tetapi ketika gerakan massa memaksa isi kolon sigmoid ke dalam rektum, ujung saraf di dindingnya dirangsang oleh regangan. Pada bayi defekasi terjadi dengan tindakan refleks (involunter). Namun, kadang pada tahun kedua atau ketiga kehidupan, kemampuan untuk mengesampingkan refleks defekasi berkembang. Dalam istilah praktis, kontrol volunter yang diperoleh ini berarti bahwa otak dapat menghambat refleks sampai waktu yang nyaman untuk buang air besar. Sfingter anal eksternal berada di bawah kendali sadar melalui saraf pudendal. Jadi defekasi melibatkan kontraksi involunter otot rektum dan relaksasi sfingter ani interna. Kontraksi otot perut dan penurunan diafragma meningkatkan tekanan intra-abdomen (manuver Valsava) sehingga membantu proses defekasi. Ketika defekasi ditunda secara sukarela, perasaan kenyang dan kebutuhan untuk defekasi cenderung memudar sampai gerakan massa berikutnya terjadi dan refleks dimulai lagi. Penekanan refleks yang berulang dapat menyebabkan konstipasi.

Konsistensi feses. Kotoran terdiri dari massa coklat semipadat. Warna coklat disebabkan adanya sterokobilin. Meskipun penyerapan air terjadi di usus besar, air masih menyusun sekitar 60 sampai 70% dari berat feses. Sisanya terdiri dari:

serat (bahan seluler tumbuhan dan hewan yang tidak dapat dicerna) mikroba mati dan hidup sel epitel dari dinding saluran asam lemak lendir yang disekresikan oleh lapisan epitel usus besar. Lendir membantu melumasi kotoran dan jumlah serat yang cukup dalam makanan memastikan bahwa isi usus besar cukup besar untuk merangsang buang air besar.

7.1.8 Organ Aksesoris

Yang terakhir dari organ sistem pencernaan adalah organ aksesori pencernaan dan sekresinya dalam saluran pencernaan (Waugh and Grant, 2004). Sistem pencernaan juga memiliki organ aksesori yang membantu pencernaan makanan. Mereka menghasilkan atau menyimpan sekresi pencernaan dan bukan tempat proses pencernaan. Organ aksesori termasuk pankreas, hati, dan kantong empedu (Gambar 7.10).



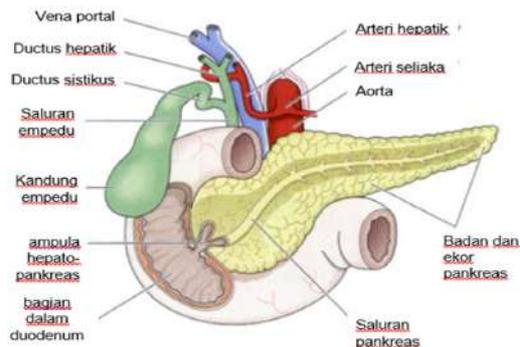
Gambar 7.12: Organ aksesori (White, Duncan and Baumle, 2013)

7.1.9 Pankreas

Pankreas adalah kelenjar memanjang yang terletak di rongga perut, dibagi menjadi tiga yaitu: kepala, tubuh dan ekor (Gambar 7.12). Kepala adalah bagian yang diperluas yang terletak berdekatan dengan daerah berbentuk C dari duodenum yang melekat erat oleh jaringan ikat, dan yang dihubungkan oleh suplai darah umum. Tubuh dan ekor memanjang melintasi garis tengah tubuh menuju hilus limpa. Saluran pankreas (duktus Wirsung) memanjang melalui sumbu panjang kelenjar ke duodenum (Smith and Morton, 2010).

Pankreas berbentuk ikan sepanjang 6 sampai 8 inci. Pankreas memiliki fungsi endokrin dan eksokrin. Cairan pencernaan diproduksi oleh kelenjar eksokrin yang disebut asini. Saluran kecil dari kelenjar ini bersatu untuk membentuk

saluran yang lebih besar yang mengarah ke saluran pankreas, bergabung dengan saluran empedu untuk memasuki duodenum di ampula hepatopankreatik. Fungsi endokrin, yang meliputi produksi glukagon dan insulin untuk mengatur kadar gula darah (White, Duncan and Baumle, 2013). Dinding pankreas memiliki tebal 2,5 cm, terletak di bagian belakang perut. Kepala pankreas berada di sisi kanan perut dan terhubung ke duodenum (bagian pertama dari usus kecil) melalui tabung kecil yang disebut saluran pankreas. Ujung sempit pankreas, yang disebut ekor, memanjang ke sisi kiri tubuh (Peate and Nair, 2015).



Gambar 7.13: Bagian-bagian Pankreas (Waugh and Grant, 2004).

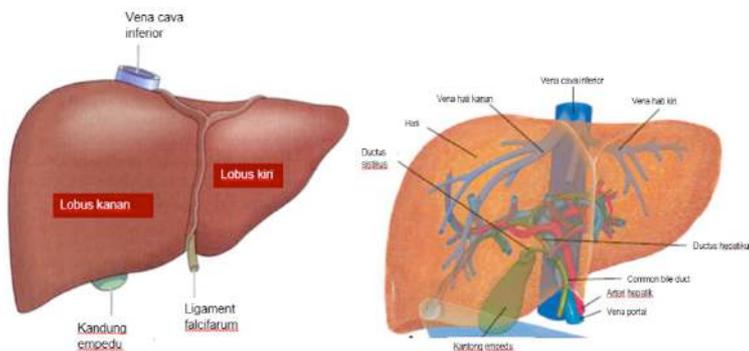
Pankreas terletak di kuadran kiri atas perut antara kurva duodenum dan limpa dan panjangnya sekitar 15 cm. Kelenjar eksokrin pankreas disebut asini (tunggal: asinus) (Gambar 7.13). Mereka menghasilkan enzim yang terlibat dalam pencernaan ketiga jenis molekul makanan kompleks. Enzim amilase pankreas mencerna pati menjadi maltosa. Anda mungkin ingat bahwa ini adalah enzim "cadangan" untuk amilase saliva, meskipun amilase pankreas bertanggung jawab untuk sebagian besar pencernaan pati. Lipase mengubah lemak teremulsi menjadi asam lemak dan gliserol. Tindakan pengemulsi atau pemisahan lemak dari garam empedu meningkatkan luas permukaan lemak sehingga lipase bekerja secara efektif. Tripsinogen (Scanlon and Sanders, 2015)

7.1.10 Hati

Hati adalah organ tunggal terbesar dalam tubuh dengan berat antara 1 dan 2,3 kg. Pada orang dewasa sekitar seperlima dari berat badan, pada bayi secara proporsional bahkan lebih besar, terletak di bagian atas rongga perut yang menempati sebagian besar wilayah hipokondrium kanan, bagian dari wilayah

epigastrium dan meluas ke wilayah hipokondrium kiri. Permukaan atas dan anteriornya halus dan melengkung agar sesuai dengan permukaan bawah diafragma (Gambar 7.14); permukaan posteriornya tidak beraturan secara garis besar (Waugh and Grant, 2004). Selain itu, hati juga merupakan salah satu organ yang paling vaskular, menyaring 1.500 mL darah per menit, terletak di kuadran kanan atas perut, memiliki lobus kanan yang besar dan lobus kiri yang lebih kecil. Hati menerima darah teroksigenasi melalui arteri hepatic. Melalui vena portal, darah dari organ pencernaan perut dan limpa dibawa ke hati sebelum dikembalikan ke jantung. Aliran darah ini memungkinkan hati untuk mengatur kadar nutrisi dalam darah atau untuk menghilangkan zat beracun seperti alkohol dari darah sebelum dikembalikan ke seluruh tubuh (White, Duncan and Baumle, 2013).

Hati terdiri dari dua lobus besar, kanan dan kiri, dan mengisi bagian kanan atas dan tengah rongga perut, tepat di bawah diafragma. Unit struktural hati adalah lobulus hati, kolom sel hati (hepatosit) kira-kira berbentuk segi enam. Di antara lobulus yang berdekatan adalah cabang dari arteri hepatic dan vena portal. Kapiler lobulus adalah sinusoid, pembuluh besar dan sangat permeabel di antara deretan sel hati. Sinusoid menerima darah dari arteri hepatic dan vena portal, dan dengan campuran darah inilah sel-sel hati menjalankan fungsinya. Arteri hepatic membawa darah beroksigen, dan vena portal membawa darah dari organ pencernaan dan limpa. Setiap lobulus memiliki vena sentralis. Vena sentral dari semua lobulus bersatu untuk membentuk vena hepatic, yang membawa darah keluar dari hati ke vena cava inferior (Scanlon and Sanders, 2015).



Gambar 7.14: Anatomi hati (Waugh and Grant, 2004)

7.1.11 Kandung Empedu

Kandung empedu adalah kantung otot kecil berwarna hijau yang terletak di posterior hati. Berfungsi sebagai penampung empedu sampai dibutuhkan untuk pencernaan. Ini juga mengkonsentrasikan empedu dengan menyerap air. Mukosa kandung empedu, seperti rugae lambung, mengandung lipatan yang memungkinkan kandung empedu meregang untuk menampung volume empedu yang bervariasi. Ketika dinding otot polos kandung empedu berkontraksi, empedu dikeluarkan ke duktus sistikus dan turun ke duktus biliaris komunis sebelum memasuki duodenum melalui ampula hepatopankreatik (Peate and Nair, 2015).

Kandung empedu berbentuk buah pir yang menempel di permukaan bawah dari hati. Hati menghasilkan empedu dan mengangkut empedu ke kantong empedu melalui hati dan kistik saluran. Kandung empedu menyimpan dan mengkonsentrasikan empedu sampai dibutuhkan di usus kecil. Saat makanan berlemak atau sebagian protein yang dicerna masuk ke duodenum, duodenum mukosa mensekresi hormon kolesistokinin. Satu fungsi kolesistokinin adalah untuk merangsang kontraksi otot polos dinding kandung empedu. Kontraksi dari kandung empedu melepaskan empedu melalui duktus sistikus ke dalam duktus biliaris komunis dan akhirnya ke duodenum. Itu duktus sistikus, duktus hepatic, dan duktus pankreatikus bergabung menjadi membentuk duktus biliaris komunis (White, Duncan and Baumle, 2013).

Produksi empedu dirangsang oleh hormon sekretin, yang diproduksi oleh duodenum ketika makanan memasuki usus kecil. Empedu disekresi dengan kecepatan 250 – 1000 mL/hari pada orang dewasa. Ini isosmotik dengan plasma darah. Ini adalah gabungan dari dua sekresi yang berbeda; satu berasal dari hepatosit, dan yang lainnya dalam sel yang melapisi saluran empedu, kedua sekret tersebut bercampur di dalam saluran. Sekresi sel duktus Sekresi dari sel duktus adalah cairan basa encer yang kaya akan bikarbonat. Ini terdiri dari sekitar 25% dari total volume empedu. Fungsinya, pertama, memberikan pH yang sesuai untuk proses pembentukan misel (lihat di bawah), yang membutuhkan lingkungan netral atau sedikit basa. Kedua, berkontribusi (bersama dengan jus pankreas dan sekresi usus) untuk netralisasi asam lambung di chyme usus. Hal ini penting baik untuk pembentukan misel dan kerja enzim pencernaan di usus kecil, selain itu netralisasi asam di duodenum melindungi mukosa dari ulserasi (Smith and Morton, 2010).

Dinding saluran empedu memiliki lapisan jaringan yang sama seperti yang dijelaskan dalam struktur dasar saluran pencernaan. Dalam duktus sistikus,

lapisan membran mukosa tersusun dalam lipatan melingkar yang terletak tidak teratur yang memiliki efek katup spiral. Empedu melewati duktus sistikus dua kali - sekali dalam perjalanannya ke kandung empedu dan sekali lagi ketika dikeluarkan dari kandung empedu ke saluran empedu dan kemudian ke duodenum (Waugh and Grant, 2004).

Bab 8

Anatomi dan Fisiologi Sistem Reproduksi

8.1 Pendahuluan

Reproduksi pada manusia dilaksanakan secara generatif atau seksual. Untuk mendapatkan keturunan, diawali dengan peristiwa fertilisasi atau pembuahan. Proses pembuahan dapat terjadi jika alat reproduksi sudah matang (matur) baik pada pria maupun wanita. Tanda kematangan organ reproduksi pada pria ditandai dengan ejakulasi (keluar air mani) pertama pada saat mimpi basah, sedangkan kematangan alat reproduksi pada wanita ditandai dengan adanya menarche (haid pertama) (Irianto, 2017).

Reproduksi seksual merupakan proses organisme untuk menghasilkan keturunan dengan membentuk sel-sel germinativum yang disebut gamet. Fertilisasi atau pembuahan terjadi jika gamet pria (sel sperma) menyatu dengan gamet wanita (oosit sekunder). Sel yang terbentuk dari fertilisasi mempunyai satu set kromosom dari masing-masing orang tua. Secara anatomis, pria dan wanita mempunyai organ reproduksi berbeda yang diadaptasikan untuk menghasilkan gamet, mempermudah fertilisasi, dan pada wanita mempertahankan pertumbuhan mudigah dan janin.

Organ reproduksi pria dan wanita dapat dikelompokkan berdasarkan fungsi. Gonad (testis pada pria dan ovarium pada wanita) dapat menghasilkan gamet dan mengeluarkan hormon-hormon seks. Berbagai duktus berfungsi untuk menyimpan dan menyalurkan gamet, dan kelenjar seks aksesorius dapat memproduksi bahan-bahan untuk melindungi gamet dan mempermudah pergerakannya. Berbagai struktur penunjang, misalnya penis pada pria dan uterus pada wanita akan membantu penyaluran gamet, dan uterus menjadi tempat pertumbuhan mudigah dan janin selama kehamilan (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011).

Sistem reproduksi terdiri dari organ kelamin primer dan organ kelamin aksesoris. Organ kelamin primer adalah gonad (testis pada pria dan ovarium pada wanita). Gonad menghasilkan gamet (sel kelamin) pada proses yang disebut gametogenesis. Testis memproduksi spermatozoa (spermatogenesis) dan ovarium memproduksi sel telur atau ovum (oogenesis). Selain itu gonad juga menghasilkan hormon kelamin pria dan wanita. Hormon kelamin primer pada pria adalah androgen terutama testosteron dan hormon primer pada wanita adalah estrogen dan progesteron. Organ kelamin aksesoris adalah saluran reproduksi dan kelenjar yang berkaitan dengan transport, pemberian nutrisi dan perlindungan gamet setelah meninggalkan gonad. Selain organ tersebut, genitalia eksterna juga merupakan organ kelamin aksesoris (Sloane, 2012).

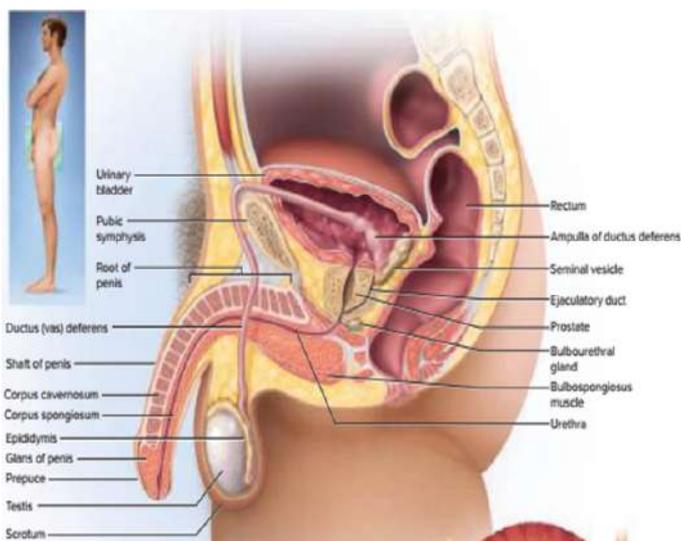
Menurut lokasi, organ reproduksi diklasifikasikan sebagai genitalia eksterna dan interna. Genitalia eksterna terletak di perineum. Genitalia interna terletak terutama di rongga panggul (pelvis), kecuali testis laki-laki dan beberapa saluran terkait yang terkandung dalam skrotum (Saladin, 2018).

8.2 Sistem Reproduksi Pria

Organ-organ pada sistem reproduksi pria terdiri dari genitalia eksterna dan genitalia interna. Genitalia eksterna meliputi: mons pubis, penis dan skrotum. Penis dan skrotum juga disebut sebagai struktur penunjang. Genitalia interna meliputi: testis, sistem duktus (epididimis, duktus deferens, duktus ejakulatorius, dan uretra), kelenjar seks aksesoris (vesikula seminalis, prostat, dan kelenjar bulbouretra) (Gambar 8.1). Testis menghasilkan sperma dan mensekresi hormon. Sistem duktus mengangkut dan menyimpan sperma, membantu pematangan sperma, dan menyalurkannya ke eksterior. Semen (air mani) mengandung sperma dan berbagai sekresi yang dihasilkan oleh kelenjar-

kelenjar seks aksesoris. Struktur penunjang mempunyai berbagai fungsi. Penis menyalurkan sperma ke saluran reproduksi wanita dan skrotum menunjang testis.

Sistem reproduksi pria mulai berkembang sebagai respon terhadap testosteron selama kehidupan awal janin. Selama masa kanak-kanak testosteron belum diproduksi. Pada awal pubertas testosteron mulai diproduksi, menstimulasi pertumbuhan dan maturasi struktur reproduksi dan karakteristik seks sekunder. Penampilan dan ukuran genitalia eksterna bervariasi sesuai usia, keturunan, ras dan kebudayaan (Bobak et al., 2005).



Gambar 8.1: Organ Reproduksi Pria dan Struktur –Struktur di Sekitarnya (Saladin, 2018)

8.2.1 Genitalia Eksterna

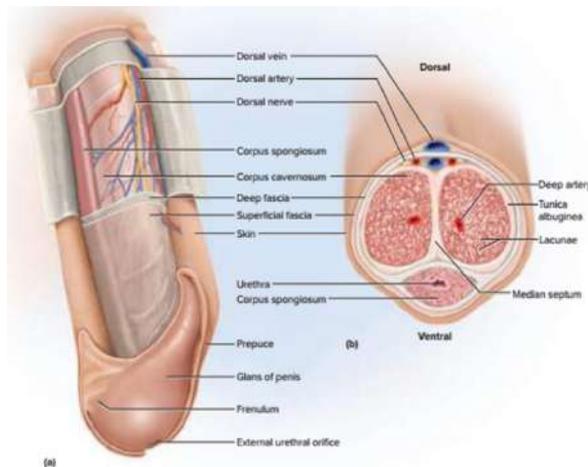
Struktur yang menyusun genitalia eksterna pada pria adalah mons pubis, penis dan skrotum.

1. Mons Pubis

Mons pubis merupakan daerah di atas simpisis pubis dan ditumbuhi rambut. Pada saat dewasa, rambut pubis panjang, padat, kasar dan ikal membentuk pola berbentuk intan dari umbilikus ke anus.

2. Penis

Penis mengandung uretra dan merupakan saluran untuk ejakulasi semen dan ekskresi urine (Gambar 8.2). Penis berbentuk silindris yang terdiri dari korpus, glans penis, dan pangkal.



Gambar 8.2: Anatomi Penis. (a) Tampak Lateral, Poros Superfisial. (b) Penampang Melintang, Poros Tengah (Saladin, 2018)

1. Korpus penis

Korpus penis tersusun dari tiga massa jaringan erektil yang berbentuk silindris yaitu dua massa dorsolateral yang disebut korpus kavernosum penis dan satu massa ventral yang lebih kecil yang disebut korpus spongiosum penis, yang mengandung uretra pars spongiosa dan menjaganya tetap terbuka sewaktu ejakulasi. Ketiga massa tersebut, dibungkus oleh kulit dan lapisan subkutis. Jaringan erektil terdiri dari sinus darah (rongga vaskuler) yang berjumlah banyak dilapisi oleh sel endotel dan dikelilingi oleh otot polos dan jaringan ikat elastis. Korpus penis dikelilingi oleh jaringan fibrosa yang disebut tunika albuginea.

2. Glans penis

Ujung distal dari korpus spongiosum sedikit membesar membentuk regio mirip buah pohon ek yang disebut glans penis; tepinya dari glans penis adalah korona. Uretra distal melebar di dalam glans penis dan

membentuk lubang terminal mirip celah, yang disebut orifisium uretra eksternum. Glans penis ditutupi oleh prepusium (kulup) yang longgar dan ini terdapat pada penis yang belum disunat,

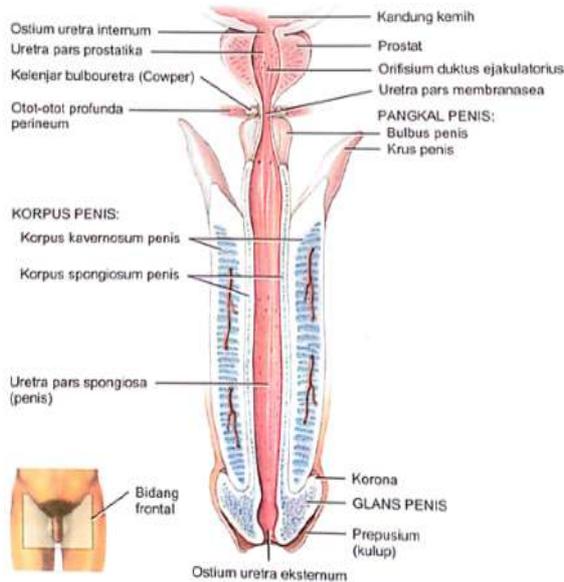
3. Pangkal penis

Pangkal penis adalah bagian yang melekat (bagian proksimal). Pangkal penis terdiri dari bulbus penis, dan dua krus penis. Bulbus penis merupakan kelanjutan posterior dari pangkal korpus spongiosum penis yang melebar. Bulbus penis melekat pada permukaan inferior otot-otot dalam perineum dan dilapisi oleh otot bulbospongiosus, yaitu suatu otot yang membantu ejakulasi. Krus penis adalah bagian korpus kavernosum yang meruncing dan saling terpisah. Krus penis melengkung ke arah lateral menjauhi bulbus penis untuk melekat ke ramus pubikus inferior dan iskiadikus serta dikelilingi oleh otot iskiokavernosus (Gambar 8.3).

Berat penis ditopang oleh dua ligamentum yang bersambungan dengan fascia penis yaitu ligamentum fundiforme dan ligamentum suspensorium penis. Apabila terdapat rangsangan seksual (penglihatan, sentuhan, pendengaran, penciuman, atau imajinasi), serat-serat parasimpatis dari bagian sakral medula spinalis memulai dan mempertahankan ereksi, yaitu penis membesar dan menjadi kaku. Serat parasimpatis menghasilkan dan membebaskan nitrat oksida (NO). NO menyebabkan otot polos pada dinding arteriol yang mengalirkan darah ke jaringan erektil melemas, sehingga memungkinkan pembuluh-pembuluh darah ini melebar dan sejumlah besar darah masuk ke jaringan erektil penis. Kombinasi peningkatan aliran darah dan melebarnya sinus-sinus darah menyebabkan ereksi. Ekspansi sinus darah juga menekan vena-vena yang mengalirkan darah dari penis dan melambatnya aliran keluar darah membantu mempertahankan ereksi.

Ejakulasi merupakan pelepasan semen dari uretra ke luar, yang merupakan refleksi simpatis, dikoordinasikan oleh bagian lumbal medula spinalis. Sfingter otot polos pada dasar kandung kemih menutup, mencegah urine keluar sewaktu ejakulasi dan semen masuk dalam kandung kemih. Sebelum terjadi ejakulasi, kontraksi peristaltik di epididimis duktus (vas) deferens, vesikula seminalis, duktus ejakulatorius, dan prostat sudah mendorong semen ke dalam uretra yang pars spongiosa. Apabila stimulasi seksual penis berakhir, arteriol-arteriol yang mengalirkan darah ke jaringan erektil berkonstriksi dan otot polos dalam

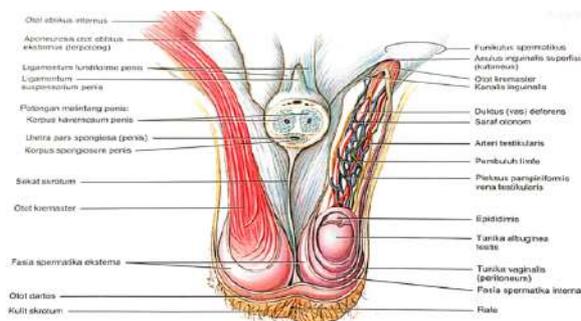
jaringan erektil berkonstriksi menyebabkan sinus darah mengecil, melepaskan tekanan pada vena-vena yang berasal dari penis dan darah mengalir kembali sehingga penis lunglai atau melemas (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011).



Gambar 8.3: Struktur Internal Penis Potongan Frontal (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Skrotum

Skrotum merupakan struktur penunjang testis, terdiri dari kulit yang longgar dan lapisan subkutis di bawahnya yang tergantung pada pangkal (titik perlekatan) penis. Skrotum terlihat seperti kantong kulit tunggal yang dipisahkan menjadi bagian-bagian lateral oleh suatu rigi median yang disebut rafe. Dari dalam, septum skrotalis membagi skrotum menjadi dua kantong, masing-masing mengandung satu testis (Gambar 8.4). Septum terbuat dari lapisan subkutis dan jaringan otot yang disebut otot dartos yang terdiri dari berkas-berkas serat otot polos. Otot dartos juga didapatkan pada lapisan subkutis skrotum. Masing-masing testis berhubungan dengan otot kremaster (penggantung), yaitu serangkaian pita kecil otot rangka yang turun sebagai perluasan dari otot oblikus internus melalui funikulus spermaticus untuk mengelilingi testis.



Gambar 8.4: Skrotum, Struktur Penunjang Testis (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Letak skrotum dan kontraksi serat ototnya mengatur suhu testis. Suhu yang dibutuhkan untuk produksi sperma adalah sekitar 2-3°C lebih rendah daripada suhu inti tubuh. Suhu yang lebih rendah ini dipertahankan di dalam skrotum karena skrotum berada di luar rongga panggul. Otot kremaster dan dartos berkontraksi sebagai respon terhadap suhu dingin. Kontraksi otot kremaster, testis mendekat ke tubuh, sehingga dapat menyerap panas tubuh. Kontraksi otot dartos menyebabkan skrotum menjadi kencang sehingga mengurangi pengeluaran panas. Dan sebaliknya jika terpajan suhu hangat (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011).

8.2.2 Genetalia Interna

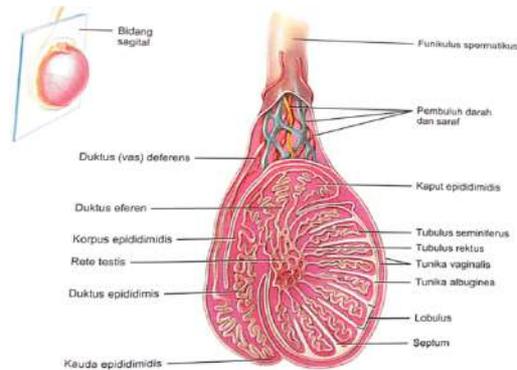
Struktur yang menyusun genetalia interna pada pria adalah testis, sistem duktus (epididimis, duktus deferens, duktus ejakulatorius, dan uretra), kelenjar seks aksesoris (vesikula seminalis, prostat, dan kelenjar bulbouretra).

Testis

Testis atau disebut testikel, adalah sepasang kelenjar oval dalam skrotum yang berukuran panjang sekitar 5 cm dan diameter 2,5 cm (Gambar 8.5). Berat masing-masing testis adalah 10-15 gram. Testis terbentuk pada bagian posterior abdomen di dekat ginjal, dan mulai turun ke dalam skrotum melalui kanalis inguinalis pada bulan ketujuh perkembangan janin. Testis dilapisi oleh tunika vaginalis dan tunika albuginea. Tunika vaginalis merupakan membran serosa yang berasal dari peritoneum yang terbentuk sewaktu testis turun dari abdomen. Tunika albuginea merupakan kapsul fibrosa putih yang terdiri dari jaringan ikat padat tak teratur yang terletak di sebelah dalam tunika vaginalis. Tunika

albugenia meluas ke dalam, membentuk sekat yang membagi testis menjadi serangkaian kompartemen internal yang disebut lobulus. Jumlah lobulus sekitar 200-300, dan setiap lobulus terdiri dari 2-3 tubulus bergelung-gelung ketat yang disebut tubulus seminiferus. Tubulus seminiferus merupakan tempat sperma diproduksi (spermatogenesis).

Tubulus seminiferus mempunyai dua jenis sel, yaitu: sel spermatogenik, sel pembentuk sperma dan sel sertoli (Gambar 8.6), yang mempunyai beberapa fungsi penunjang spermatogenesis (Gambar 8.7). Spermatogonea (sel punca) yang merupakan bentuk tunggal spermatogonium berkembang dari sel germinativum primordial (bentuk primitif) yang berasal dari yolk sac dan masuk ke testis pada minggu kelima perkembangan. Pada tubulus seminiferus (ke arah lumen) didapatkan lapisan-lapisan sel yang semakin matang, berurutan dari spermatosit primer, spermatosit sekunder, spermatid dan sperma. Sel sperma yang terbentuk masuk ke dalam tubulus seminiferus.

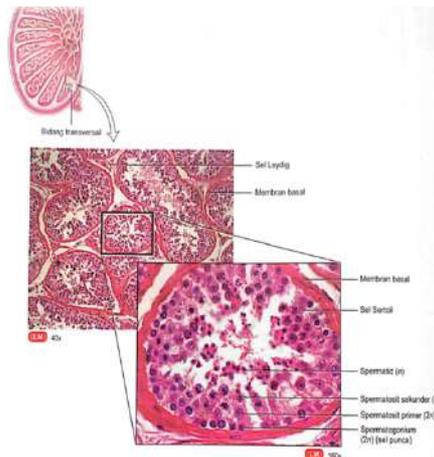


Gambar 8.5: Anatomi Testis (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

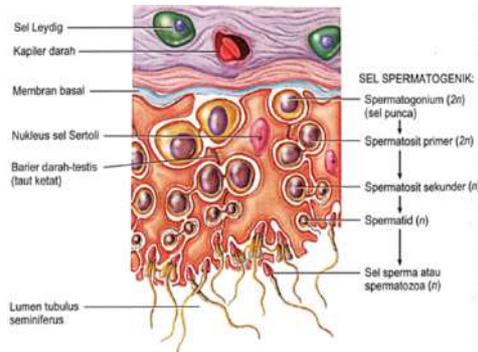
Sel-sel Sertoli besar terbenam diantara sel-sel spermatogenik di tubulus seminiferus, terberrang dari membran basal ke lumen tubulus. Sebelah dalam membran basal dan spermatogonia, sel-sel Sertoli yang bersebelahan dengan yang lain disatukan oleh taut-taut yang ketat. Taut tersebut membentuk sawar yang disebut sebagai sawar darah-testis karena bahan-bahan mula-mula harus melewati sel Sertoli sebelum dapat mencapai sperma yang sedang terbentuk.

Sel Sertoli menunjang dan melindungi sel spermatogenik yang sedang tumbuh berbagai cara diantaranya: 1) Sel-sel sertoli memberi makan spermatosit, spermatid, dan sperma; 2) Memfagosit kelebihan sitoplasma spermatid seiring dengan proses pembentukan; 3) Mengontrol gerakan sel spermatogenik serta

membebasakan sperma ke dalam lumen tubulus seminiferus. Sel-sel Sertoli juga menghasilkan cairan untuk transportasi sperma, mensekresi hormon inhibin, dan mengatur efek testosteron dan FSH (follicle-stimulating hormone). Pada ruang-ruang antara tubulus seminiferus yang berdekatan didapatkan kelompok-kelompok sel yang disebut sel Leydig (interstitial). Sel-sel Leydig mensekresi testosteron, androgen dengan jumlah paling besar. Androgen merupakan hormon yang mendorong perkembangan karakteristik pria (maskulin) dan testosteron mendorong libido (dorongan seks) pria (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011).



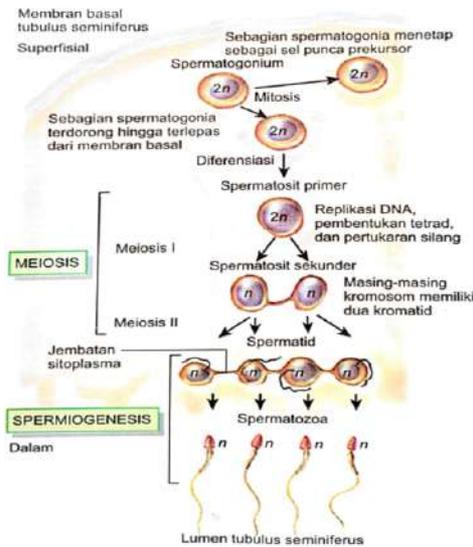
Gambar 8.6: Anatomi Mikroskopik Tubulus Seminiferus (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)



Gambar 8.7: Tahap-Tahap Produksi Sperma (Spermatogenesis) (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Spermatogenesis

Spermatogenesis berlangsung selama 65-75 hari. Proses spermatogenesis dimulai dengan spermatogonia, yang mengandung kromosom dalam jumlah diploid ($2n$) (Gambar 8.8). Pada saat mengalami mitosis, sebagian spermatogonia tetap berada di membran basal tubulus seminiferus dalam kondisi tidak berdiferensiasi yang berfungsi sebagai sel-sel reservoir untuk pembelahan sel di masa mendatang dan produksi sperma selanjutnya. Spermatogonia lainnya kehilangan kontak dengan membran basal, menyisip menembus sawar darah-testis yang mengalami perubahan perkembangan dan berdiferensiasi menjadi spermatosit primer. Spermatosit primer, bersifat diploid ($2n$) yang memiliki 46 kromosom.



Gambar 8.8: Proses Spermatogenesis (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Spermatosit primer memperbanyak DNA-nya segera setelah terbentuk dan mengalami meiosis. Pada meiosis I, pasangan-pasangan kromosom homolog berjajar di lempeng metafase, dan terjadi pertukaran silang. Setelah itu gelendong mitotik menarik satu kromosom (duplikat) dari masing-masing pasangan ke kutub yang berlawanan dari setiap sel. Pada meiosis I terbentuk dua sel yang disebut spermatosit sekunder. Setiap spermatosit sekunder mempunyai 3 kromosom, jumlah haploid (n). Setiap kromosom pada spermatosit sekunder dibentuk dari dua kromatid (dua salinan DNA) yang masih melekat ke

sentromer. Pada spermatosit sekunder, tidak terjadi replikasi DNA. Pada meiosis II, kromosom-kromosom berjajar di sepanjang lempeng metafase, dan dua kromatid dari masing-masing kromosom memisah. Pada meiosis II terbentuk empat sel haploid yang disebut spermatid. Dengan demikian, satu spermatosit primer dapat menghasilkan empat spermatid melalui dua kali pembelahan sel yaitu meiosis I dan meiosis II.

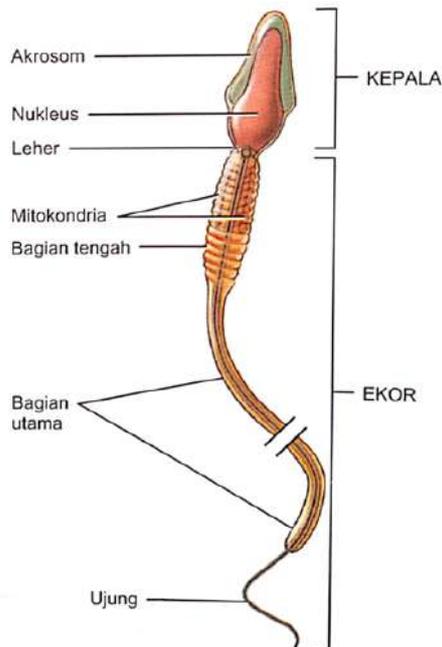
Satu proses unik terjadi selama spermatogenesis yaitu sewaktu berproliferasi, sel-sel spermatogenik gagal menuntaskan pemisahan sitoplasma (sitokinesis). Sel-sel tersebut tetap berkontak melalui jembatan-jembatan sitoplasma sepanjang keseluruhan perkembangannya (lihat Gambar 8.7 dan 8.8). Pola perkembangan tersebut mungkin menjadi penyebab sinkronnya produksi sperma di bagian tertentu tubulus seminiferus dan separuh sperma mengandung satu kromosom X dan separuh mengandung satu kromosom Y. Kromosom X yang lebih besar mungkin membawa gen-gen yang dibutuhkan untuk spermatogenesis yang tidak dimiliki oleh kromosom Y yang lebih kecil.

Tahap akhir spermatogenesis (spermiogenesis), adalah perkembangan spermatid haploid menjadi sperma. Pada tahap spermiogenesis ini tidak terjadi pembelahan, masing-masing spermatid menjadi satu sel sperma. Selama proses ini, spermatid yang berbentuk bulat berubah menjadi sperma yang langsing memanjang. Terbentuk akrosom di atas nukleus, yang memadat dan memanjang, sebuah flagela terbentuk, dan mitokondria bertambah banyak. Sel Sertoli membuang kelebihan sitoplasma yang terlepas dan sperma dibebaskan dari hubungannya dengan sel Sertoli, proses ini dikenal sebagai spermiasi. Setelah itu sperma masuk ke lumen tubulus seminiferus. Cairan yang disekresi Sel Sertoli mensekresi cairan yang mendorong sperma menuju duktus testis. Pada tahap ini, sperma belum mampu berenang.

Sperma

Sekitar 300 juta setiap hari sperma menyelesaikan proses spermatogenesis. Sperma mempunyai panjang $60 \mu\text{m}$ dan mengandung beberapa struktur yang sangat diadaptasikan untuk mencapai dan menembus oosit sekunder (Gambar 8.9). Bagian-bagian dari sperma adalah kepala dan ekor. Kepala sperma berbentuk gepeng dan runcing mempunyai panjang sekitar $4\text{--}5 \mu\text{m}$. Kepala mengandung satu nukleus dengan 23 kromosom yang sangat memadat, $2/3$ anterior nukleus ditutupi oleh akrosom yaitu suatu vesikel berbentuk topi yang berisi enzim-enzim yang membantu sperma menembus oosit sekunder supaya terjadi fertilisasi, yaitu enzim hialuronidase dan protease. Ekor sperma dibagi

menjadi empat bagian yaitu leher, bagian tengah, bagian utama, dan ujung. Leher adalah bagian menyempit tepat di belakang kepala yang berisi sentriol. Sentriol membentuk mikrotubulus yang membentuk bagian ekor sisanya. Bagian tengah berisi mitokondria yang tersusun membentuk spiral dan menghasilkan energi (ATP) untuk pergerakan sperma ke tempat pembuahan dan metabolisme sperma. Bagian utama merupakan bagian ekor terpanjang, dan bagian ujung adalah bagian ekor yang mengecil. Setelah diejakulasikan, sebagian besar sperma tidak dapat bertahan hidup lebih dari 48 jam di dalam saluran reproduksi wanita.

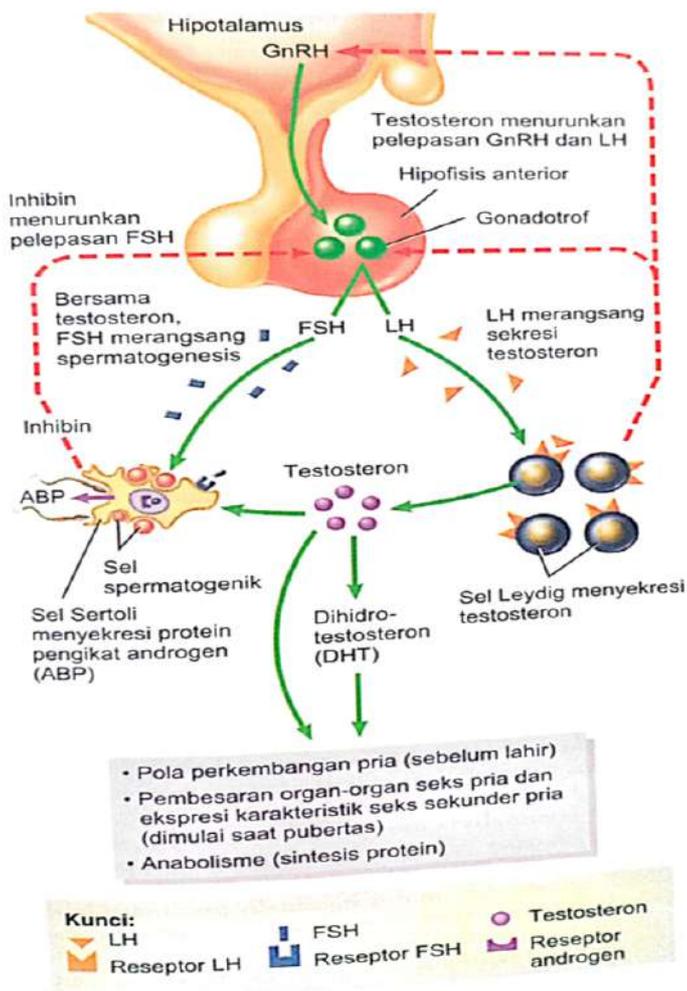


Gambar 8.9: Bagian-Bagian Sel Sperma (Gerard J. Tortora and Derrickson, 2011)

Kontrol Testis oleh Hormon

Pada saat pubertas, meskipun faktor pemicunya belum diketahui sel-sel neurosekretori hipotalamus meningkatkan sekresi gonadotropin-releasing hormone (GnRH). Hormon tersebut merangsang gonadotrof di hipofisis anterior untuk meningkatkan sekresi dari gonadotropin, Luteinizing hormone (LH) dan follicle-stimulating hormone (FSH). Hormon-hormon dan lengkung

umpan-balik negatif mengontrol sekresi testosteron dan spermatogenesis (Gambar 8.10).



Gambar 8.10: Kontrol Spermatogenesis dan Kerja Testosteron serta dihidrotestosteron (DHT) (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

LH merangsang sel Leydig, untuk mensekresi hormon testosteron. Hormon steroid ini disintesis dari kolesterol di testis dan merupakan androgen utama. Testosteron larut lemak dan mudah berdifusi keluar sel Leydig ke cairan

interstisial dan ke darah. Melalui umpan-balik negatif, testosteron menekan sekresi gonadotrof hipofisis anterior dan menekan sekresi GnRH oleh sel neurosekretori hipotalamus. Pada beberapa sel sasaran, misalnya sel-sel di genitalia eksterna dan prostat, enzim 5-alfa-reduktase mengubah testosteron menjadi androgen lain disebut dihidrotestosteron (DHT).

FSH bekerja secara tak-langsung merangsang spermatogenesis. FSH dan testosteron bekerja secara sinergis pada sel Sertoli untuk merangsang sekresi androgen-binding protein (ABP, yaitu protein pengikat androgen) ke lumen tubulus seminiferus dan ke cairan interstisial di sekitar sel spermatogenik. ABP mengikat testosteron, menjaga agar konsentrasinya tetap tinggi. Testosteron merangsang tahap-tahap akhir spermatogenesis di tubulus seminiferus. Setelah tingkat spermatogenesis tercapai, sel Sertoli mengeluarkan inhibin, yaitu suatu hormon protein yang berdasarkan perannya menghambat sekresi FSH oleh hipofisis anterior. Apabila spermatogenesis berlangsung terlalu lambat, inhibin yang dikeluarkan berkurang sehingga sekresi FSH meningkat dan laju spermatogenesis bertambah.

Testosteron dan dihidrotestosteron berikatan dengan reseptor androgen yang sama, terdapat di dalam nukleus sel sasaran. Kompleks hormon-reseptor mengatur ekspresi gen, mengaktifkan sebagian gen dan menonaktifkan sebagian lainnya.

Akibat perubahan-perubahan tersebut, androgen menimbulkan beberapa efek yaitu:

1. Perkembangan pranatal.

Sebelum lahir, testosteron merangsang pola perkembangan pria pada duktus-duktus sistem reproduksi dan penurunan testis. Dihidrotestosteron merangsang pembentukan genitalia eksterna. Testosteron juga diubah menjadi estrogen di otak yang mungkin berperan dalam perkembangan bagian tertentu otak pada pria.

2. Perkembangan karakteristik seks pria.

Pada saat pubertas testosteron dan dihidrotestosteron menyebabkan perkembangan dan pembesaran organ-organ seks pria serta pembentukan karakteristik seks sekunder maskulin. Karakteristik seks sekunder adalah sifat-sifat yang membedakan pria dan wanita, tetapi tidak mempunyai peran langsung dalam reproduksi. Sifat-sifat tersebut meliputi pertumbuhan otot dan tulang yang berakibat bahu

melebar dan panggul menyempit; rambut wajah dan dada (dalam batas-batas hereditas) dan peningkatan rambut pada bagian tubuh lain; penebalan kulit; peningkatan sekresi kelenjar sebacea (minyak); serta pembesaran laring sehingga suara menjadi lebih berat.

3. Perkembangan fungsi seksual.

Androgen berperan dalam perilaku seksual pria dan spermatogenesis serta dorongan seks (libido) pada pria dan wanita. Korteks adrenal merupakan sumber utama androgen pada wanita.

4. Stimulasi anabolisme.

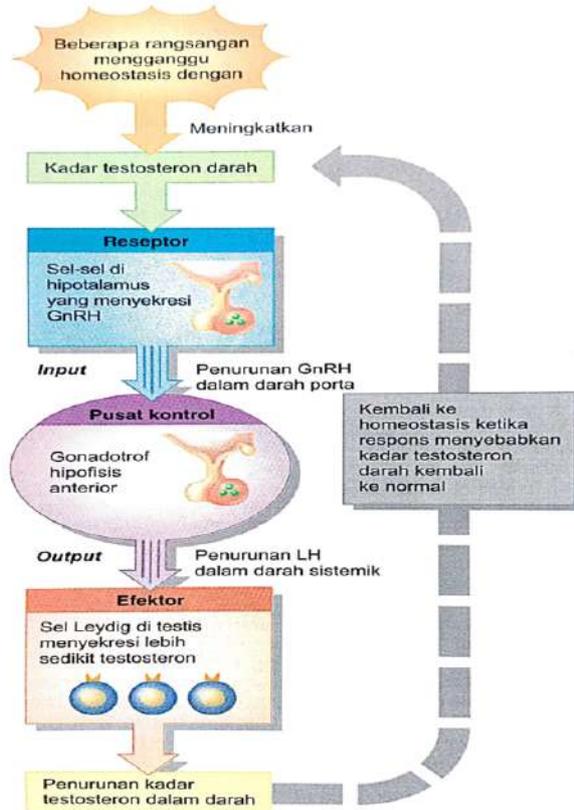
Androgen merupakan hormon anabolik, yaitu hormon yang merangsang sintesis protein. Efek hormon tersebut massa otot dan tulang pada pria lebih berat dibandingkan wanita.

Produksi testosteron diatur oleh sistem umpan balik negatif (Gambar 8.11). Apabila dalam darah konsentrasinya meningkat ke kadar tertentu, testosteron menghambat pelepasan GnRH oleh sel-sel hipotalamus sehingga GnRH dalam darah porta yang mengalir dari hipotalamus ke hipofisis anterior lebih sedikit. Gonadotropin di hipofisis anterior mengurangi sekresi LH sehingga konsentrasi LH dalam darah sistemik menurun. Hal ini berdampak sel-sel Leydig pada testis menurunkan sekresi testosteron dan terjadi homeostasis. Sebaliknya, apabila konsentrasi testosteron dalam darah turun terlalu rendah, GnRH kembali disekresi oleh hipotalamus, merangsang sekresi LH oleh hipofisis anterior dan selanjutnya LH merangsang produksi testosteron oleh testis (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011).

1. Duktus Sistem Reproduksi Pada Pria

2. Duktus Testis

Cairan yang disekresikan oleh sel Sertoli menimbulkan tekanan yang mendorong sperma dan cairan mengalir di sepanjang lumen tubulus seminiferus dan kemudian ke serangkaian saluran sangat pendek yang disebut tubulus rektus. Tubulus rektus bermuara ke suatu jejaring duktus di testis yang disebut rete testis. Dari rete testis, sperma mengalir ke serangkaian duktus eferen bergelung di epididimis yang bermuara ke sebuah saluran tunggal yang disebut duktus epididimis.



Gambar 8.11: Kontrol Umpan Balik Negatif Terhadap Kadar Testosteron Darah (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Epididimis

Epididimis adalah organ berbentuk tanda koma dengan panjang sekitar 4 cm dan terletak di sepanjang batas belakang/posterior pada masing-masing testis. Epididimis terdiri dari duktus epididimis yang bergelung ketat. Duktus-duktus eferen dari testis bersatu dengan duktus epididimis di bagian epidermis yang lebih besar dan superior yang disebut kaput. Bagian tengah epididimis yang menyempit disebut korpus dan bagian inferior yang lebih kecil disebut kauda. Pada ujung distal, ekor epididimis bersambungan sebagai duktus (vas) deferens. Duktus epididimis berukuran panjang sekitar 6 m (jika tidak bergelung). Bagian dalam duktus epididimis dilapisi oleh epitel kolumnar berlapis semu dan dikelilingi oleh lapisan-lapisan otot polos. Permukaan bebas sel kolumnar

mengandung stereosilia, yang merupakan mikrovilus (bukan silia) panjang bercabang yang meningkatkan luas permukaan untuk reabsorpsi sperma yang mengalami degenerasi. Jaringan ikat di sekitar lapisan otot melekatkan lengkung-lengkung duktus epididimis dan mengandung pembuluh darah dan saraf. Epididimis berfungsi sebagai tempat pematangan sperma, yaitu proses sperma memperoleh motilitas dan kemampuan untuk membuahi ovum yang berlangsung dalam waktu sekitar 14 hari. Selain itu epididimis juga membantu mendorong sperma ke duktus (vas) deferens sewaktu gairah seksual melalui kontraksi peristaltik otot polosnya. Epididimis juga menyimpan sperma, yang tetap hidup di sana sampai selama beberapa bulan. Sperma yang tidak diejakulasikan akan direabsorpsi.

Duktus Deferens

Duktus epididimis menjadi kurang berkelok-kelok, dan diameternya meningkat dalam kauda epididimis. Setelah titik tersebut sebagai duktus deferens atau vas deferens. Duktus deferens, panjangnya sekitar 45 cm, naik di sepanjang batas posterior epididimis melalui funikulus spermatikus dan masuk ke rongga panggul. Duktus melengkung di atas ureter dan berjalan ke samping serta turun ke permukaan posterior kandung kemih. Bagian ujung duktus deferens yang melebar disebut ampula (Gambar 8.12). Mukosa duktus deferens terdiri dari epitel kolumnar berlapis semu dan lamina propria (jaringan ikat areolar). Tiga lapisan otot polos dari duktus epididimis yaitu; lapisan dalam dan luar longitudinal, dan lapisan tengah sirkular. Duktus deferens berfungsi menyalurkan sperma pada saat gairah seksual dari epididimis menuju uretra oleh kontraksi peristaltik lapisan ototnya. Duktus deferens juga seperti epididimis, yaitu menyimpan sperma selama beberapa bulan dan semua sperma yang tidak diejakulasikan akan direabsorpsi.

Funikulus Spermatikus

Funikulus spermatikus merupakan struktur penopang sistem reproduksi pria yang naik dari skrotum. Struktur ini terdiri dari duktus (vas) deferens yang naik dari skrotum, arteri testikularis, vena yang mengalirkan darah dari testis dan mengangkut testosteron ke dalam sirkulasi (pleksus pampiniformis), saraf otonom, pembuluh limfe, dan berbentuk otot kremaster. Funikulus spermatikus dan saraf ilioinguinalis berjalan melalui kanalis inguinalis.

Duktus Ejakulatorius

Duktus ejakulatorius mempunyai panjang sekitar 2 cm yang dibentuk oleh penyatuan saluran dari vesikula seminalis dan ampula duktus (vas) deferens. Duktus ejakulatorius tepat berada di atas (superior) dari pangkal prostat, berjalan ke arah inferior dan anterior melalui prostat. Saluran ini berakhir di uretra prostatika, yaitu tempat mengeluarkan sperma dan sekresi vesikula seminalis tepat sebelum pengeluaran semen dari uretra ke eksterior.

Uretra

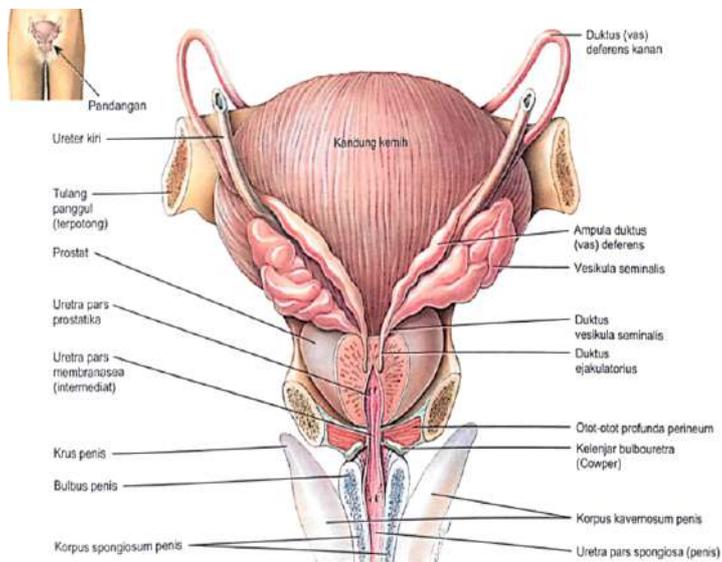
Uretra pada pria merupakan saluran terminal bersama untuk sistem reproduksi dan sistem kemih. Uretra berfungsi sebagai jalan lewat untuk semen dan urine. Panjang uretra sekitar 20 cm, berjalan melalui prostat, otot-otot dalam perineum, dan penis. Uretra dibagi menjadi tiga bagian yaitu: 1) Uretra pars prostatika, memiliki panjang 2-3 cm dan berjalan melalui prostat; 2) Uretra pars membranasea merupakan saluran yang melewati otot-otot dalam perineum. Uretra pars membranasea panjangnya sekitar 1 cm; 3) Uretra pars spongiosa (penis), melewati korpus spongiosum penis, dengan panjang sekitar 15-20 cm. Uretra pars spongiosa berakhir di orifisium uretra eksternum.

Kelenjar Seks Aksesoris

Kelenjar seks aksesoris mengeluarkan sebagian besar bagian cairan semen. Kelenjar-kelenjar aksesoris meliputi: vesikula seminalis, prostat, dan kelenjar bulbouretra.

Vesikula Seminalis

Vesikula seminalis (kelenjar seminalis) adalah sepasang struktur yang berbentuk kantong berkelok-kelok dengan panjang sekitar 5 cm dan terletak posterior dari dasar kandung kemih dan anterior dari rektum (Gambar 8.12). Vesikula seminalis mengeluarkan cairan kental alkalis yang mengandung fruktosa, prostaglandin, dan protein pembekuan yang berbeda dari yang didapatkan pada darah. Sifat basa cairan vesikula seminalis membantu menetralkan lingkungan asam pada uretra pria dan saluran reproduksi wanita yang dapat menonaktifkan dan mematikan sperma. Fruktosa digunakan untuk produksi ATP oleh sperma. Prostaglandin berfungsi dalam motilitas dan viabilitas sperma serta merangsang kontraksi otot polos di dalam saluran reproduksi wanita. Protein-protein pembekuan membantu semen menggumpal sewaktu ejakulasi. Vesikula seminalis mensekresi cairan sekitar 60% dari semen.



Gambar 8.12: Lokasi Organ Reproduksi Aksesori Pada Pria (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Prostat

Prostat adalah sebuah kelenjar yang berbentuk donat seukuran bola golf. Kelenjar ini berukuran 4 cm dari sisi ke sisi, sekitar 3 cm dari atas ke bawah, dan sekitar 2 cm dari depan ke belakang. Prostat terletak di bawah kandung kemih dan mengelilingi uretra pars prostatika (Gambar 8.12). Prostat membesar secara perlahan dari lahir hingga pubertas. Prostat membesar pesat hingga usia sekitar 30 tahun, setelah itu ukurannya menetap sampai usia sekitar 45 tahun. Prostat mensekresi cairan seperti susu yang agak asam (pH sekitar 6,5), terdiri dari beberapa bahan, yaitu: 1) Asam sitrat, digunakan oleh sperma untuk menghasilkan ATP melalui siklus Krebs; 2) Beberapa enzim proteolitik, misalnya prostate-specific antigen (PSA), pepsinogen, lisozim, amilase, dan hialuronidase, yang menguraikan protein-protein pembekuan dari vesikula seminalis; 3) Fosfatase asam yang fungsinya belum diketahui; 4) Seminalplasmin adalah antibiotik yang dapat membunuh bakteri. Seminalplasmin dapat membantu mengurangi jumlah bakteri alami di semen dan saluran reproduksi wanita bagian bawah. Sekresi prostat masuk ke uretra pars prostatika melalui duktus prostatikus. Prostat mensekresi cairan sekitar 25% dari volume semen yang berperan untuk motilitas dan viabilitas sperma.

Kelenjar Bulbouretra

Sepasang kelenjar bulbouretra atau kelenjar Cowper, mempunyai ukuran sebesar kacang polong, terletak di bawah prostat pada kedua sisi uretra pars membranasea di dalam otot-otot perineum dan salurannya membuka ke uretra pars spongiosa. Jika terdapat gairah seksual kelenjar bulbouretra mensekresi cairan basah ke dalam uretra yang melindungi sperma dari asam, penetral dalam urin di uretra. Kelenjar bulbouretra juga mensekresi mukus yang melumasi ujung penis dan lapisan dalam uretra, sehingga mengurangi jumlah sperma yang rusak sewaktu ejakulasi.

Semen

Semen adalah campuran sperma dan cairan seminalis. Cairan seminalis merupakan suatu cairan yang terdiri dari sekresi tubulus seminiferus, vesikula seminalis, dan kelenjar bulbouretra. Volume semen pada ejakulasi adalah 2,5-5 mL yang berisi 50-150 juta sperma per mL. Apabila jumlahnya turun sampai di bawah 20 juta/mL, pria tersebut kemungkinan tidak subur. Sperma dalam jumlah yang sangat besar dibutuhkan supaya pembuahan terjadi karena hanya sebagian kecil dari sperma-sperma tersebut yang mampu mencapai oosit sekunder.

Meskipun cairan prostat agak asam, semen memiliki pH yang sedikit basa (7,2-7,7) karena cairan dari vesikula seminalis memiliki pH yang lebih tinggi dan volume yang lebih besar. Sekresi prostat menyebabkan semen tampak seperti susu, dan cairan dari vesikula seminalis dan kelenjar bulbouretra menyebabkan semen memiliki konsistensi lengket. Cairan seminal merupakan media transpor, memberi nutrien, dan menjadi pelindung sperma dari lingkungan asam uretra pria dan vagina wanita yang tidak ramah.

Semen yang cair setelah dikeluarkan akan menggumpal dalam waktu 5 menit karena adanya protein-protein pembekuan dari vesikula seminalis. Setelah sekitar 10 sampai 20 menit, Semen' kembali mencair karena Antigen spesifik-prostat (PSA) dan enzim-enzim proteolitik lain yang dihasilkan oleh prostat yang menguraikan bekuan. Pengenceran semen yang abnormal atau berlangsung lambat dapat menyebabkan imobilisasi total atau parsial sperma sehingga gerakan sperma menembus serviks uteri terganggu.

8.2.3 Fungsi Sistem Reproduksi Pria

Beberapa fungsi sistem reproduksi pria diantaranya adalah (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011):

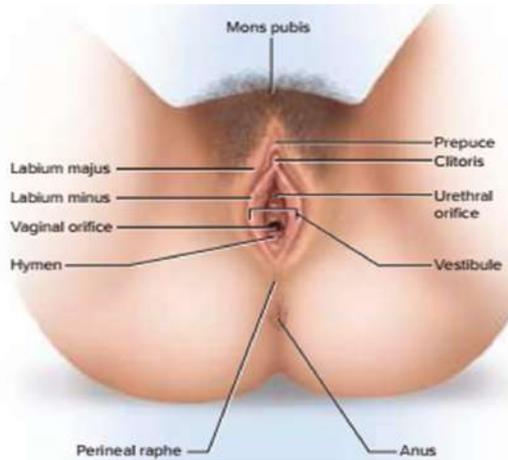
1. Testis menghasilkan sperma dan hormon testosteron.
2. Duktus menyalurkan, menyimpan dan membantu pematangan sperma.
3. Kelenjar Seks aksesoris mengeluarkan sebagian besar bagian cairan semen, diantaranya:
 - a. Vesikula seminalis mengeluarkan cairan kental, bersifat alkalis yang membantu menetralkan asam dalam saluran reproduksi wanita, menyediakan fruktosa bagi pembentukan ATP oleh sperma, berperan dalam motilitas dan viabilitas sperma dan membantu semen menggumpal setelah ejakulasi
 - b. Prostat mengeluarkan cairan seperti susu yang sedikit asam yang membantu koagulasi semen setelah ejakulasi dan kemudian menguraikan gumpalan tersebut.
 - c. Kelenjar Bulbouretra (Cowper) mengeluarkan cairan alkalis yang menetralkan lingkungan asam uretra dan mukus yang melumasi lapisan dalam uretra serta ujung penis pada saat hubungan seksual.
4. Penis mengandung uretra, saluran untuk ejakulasi semen dan urin.

8.3 Sistem Reproduksi Wanita

Sistem reproduksi wanita terdiri dari genetalia interna (terletak dalam rongga pelvis dan ditopang oleh lantai pelvis) dan genetalia eksterna (terletak di perineum). Sistem reproduksi interna dan eksterna wanita berkembang dan menjadi matur karena rangsangan hormon estrogen dan progesteron. Sistem reproduksi wanita mengalami atrofi seiring peningkatan usia atau bila produksi hormon menurun. Persyarafan yang kompleks dan luas serta suplai darah yang banyak mendukung fungsi struktur-struktur reproduksi (Bobak et al., 2005). Selain itu kelenjar mamaria dianggap bagian dari sistem reproduksi wanita (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011).

8.3.1 Genitalia Eksterna

Struktur genitalia eksterna wanita adalah vulva atau pudendum terdiri dari mons pubis (mons veneris), labia mayora dan minora, klitoris, prepusium klitoris, vestibulum, bulbus vestibuli, fourchette dan perineum (Gambar 8.13) (Bobak et al., 2005; Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011).



Gambar 8.13: Genitalia Eksterna (Saladin, 2018)

Mons Pubis

Mons pubis atau mons veneris adalah jaringan lemak dan subkutan berbentuk bulat yang lunak dan padat serta jaringan ikat jarang di atas simpisis pubis. Mons pubis mengandung banyak kelenjar sebacea, ditumbuhi rambut berwarna hitam, kasar dan menjadi bantalan bagi simpisis pubis.

Labia Mayora

Labia mayora adalah dua lipatan longitudinal kulit yang menutupi lemak dan jaringan ikat yang menyatu dengan mons pubis. Bentuk tunggal adalah labium mayus. Labium mayus ditutupi oleh rambut pubis dan mengandung banyak jaringan lemak, kelenjar sebacea (minyak), dan kelenjar sudorifera apokrin (keringat). Struktur ini homolog dengan skrotum. Kedua labia mayora memanjang dari mons pubis ke arah bawah mengelilingi labia minora dan berakhir di perineum pada garis tengah. Labia mayora melindungi labia minora, meatus urinarius, dan introitus vagina.

Pada permukaan arah lateral kulit labia tebal, memiliki pigmen lebih gelap dari jaringan sekitarnya dan ditutupi rambut kasar dan semakin menipis ke arah luar perineum. Permukaan medial labia mayora licin, tebal dan tidak ditumbuhi rambut. Bagian ini mengandung suplai kelenjar sebacea dan banyak kelenjar keringat serta banyak mengandung pembuluh darah. Labia mayora sensitif terhadap sentuhan, nyeri dan suhu tinggi. Kondisi ini disebabkan karena adanya jaringan saraf yang menyebar luas dan juga berfungsi selama rangsangan seksual.

Labia Minora

Labia minora terletak diantara dua labia mayora, merupakan lipatan kulit yang panjang, sempit dan tidak berambut yang memanjang ke arah bawah dari bawah klitoris dan menyatu dengan fourchette. Bagian lateral dan anterior labia biasanya mengandung pigmen, permukaan medial labia minora sama dengan mukosa vagina; merah muda dan basa. Banyak mengandung pembuluh darah sehingga labia minora berwarna kemerahan dan memungkinkan labia minora membengkak jika ada stimulasi emosional atau stimulasi fisik. Suplai saraf yang banyak menyebabkan labia minora sensitif sehingga meningkatkan fungsi erotiknya. Ruangan di antara labia minora disebut vestibulum.

Tidak seperti labium mayus, labium minus tidak mengandung rambut pubis dan lemak serta memiliki sedikit kelenjar sudorifera, tetapi mengandung banyak kelenjar sebacea. Labium minus homolog dengan uretra pars spongiosa (penis).

Klitoris

Klitoris adalah massa silindris kecil yang terdiri dari dua badan erektil kecil (korpus kavernosum), serta banyak saraf dan pembuluh darah. Klitoris terletak anterior dari pertemuan labium minus. Ujung badan klitoris disebut glans dan lebih sensitif daripada badannya. Pada saat ada rangsangan seksual glans dan badan klitoris membesar. Klitoris dianggap sebagai kunci seksualitas wanita. Banyak mengandung pembuluh darah dan saraf sehingga klitoris sangat sensitif terhadap suhu, sentuhan dan sensasi tekanan. Fungsi utama klitoris adalah menstimulasi dan meningkatkan ketegangan seksual. Klitoris homolog dengan glans penis pada pria.

Prepusium Klitoris

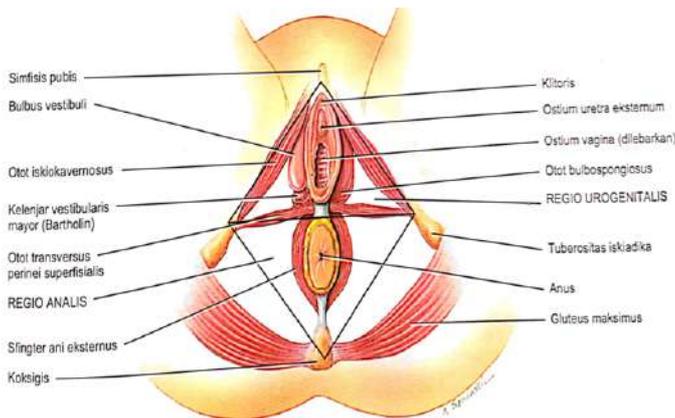
Dekat sambungan anterior, labia minora kanan dan kiri memisah menjadi bagian medial dan lateral. Bagian lateral menyatu di bagian atas klitoris dan membentuk prepusium, yaitu penutup yang berbentuk seperti kait. Bagian

medial menyatu di bagian bawah klitoris untuk membentuk frenulum. Kadang-kadang prepusium menutupi menutupi klitoris yang berakibat daerah ini tampak seperti muara yang disalah artikan sebagai meatus uretra.

Vestibulum

Daerah di antara kedua labium minus disebut vestibulum. Di dalam vestibulum terdapat himen (jika masih ada), orifisium vagina, orifisium uretra ekstemum, kelenjar parauretra (vestibulum minus atau skene), kelenjar paravagina (vestibulum mayus atau bartholin). Permukaan vestibulum tipis dan agak berlendir mudah teriritasi oleh bahan kimia, panas, rabas dan friksi. Vestibulum homolog dengan uretra pars membranasea pada pria.

Orifisium vagina, merupakan lubang vagina ke ekterior, menempati sebagian besar vestibulum dan dibatasi oleh hymen. Anterior dari orifisium vagina dan posterior dari klitoris terdapat orifisium uretra ekstemum, yaitu lubang uretra ke ekterior. Pada kedua sisi orifisium uretra ekstemum terdapat lubang duktus kelenjar parauretra atau kelenjar Skene. Kelenjar penghasil mukus ini terbenam di dalam dinding uretra. Kelenjar parauretra homolog dengan prostat. Pada kedua sisi orifisium vagina terdapat kelenjar vestibularis mayor (Bartholin) (Gambar 8.14), yang bermuara melalui duktus ke alur antara hymen dan labium minus. Kelenjar bartholin menghasilkan sejumlah kecil mukus sewaktu gairah seksual dan hubungan kelamin yang menambahkan mukus serviks dan memberi lubrikasi. Kelenjar vestibularis mayor homolog dengan kelenjar bulbouretra pada pria.



Gambar 8.14: Perineum Wanita (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Bulbus Vestibuli

Bulbus vestibuli terdiri dari dua massa memanjang jaringan erektil tepat di dalam labium minus pada kedua sisi orifisium vagina. Struktur ini dipenuhi darah, sehingga pada saat terdapat gairah seksual orifisium vagina menyempit dan memberi penekanan pada penis sewaktu hubungan seksual. Bulbus vestibuli homolog dengan korpus spongiosum dan bulbus penis pada pria.

Fourchette

Fourchette adalah lipatan jaringan transversal yang tipis dan pipih, terletak pada pertemuan ujung bawah labia mayora dan minora di garis tengah di bawah orifisium vagina.

Perineum

Perineum adalah daerah muskular yang ditutupi kulit antara introitus vagina dan anus. Perineum membentuk dasar badan perineum.

8.3.2 Genetalia Interna

Struktur genetalia interna wanita meliputi: ovarium (gonad wanita), tuba uterina (falopi), uterus, dan vagina (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011).

Ovarium

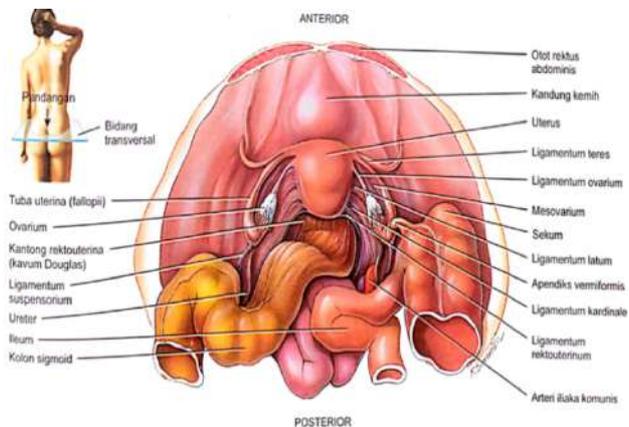
Ovarium adalah sepasang kelenjar yang mirip buah almond tanpa kulit dalam bentuk dan ukuran. Ovarium homolog dengan testis. Ovarium memproduksi: 1) Gamet, oosit sekunder yang berkembang menjadi ovum matang (sel telur); dan 2) Hormon, progesteron dan estrogen (hormon seks wanita), inhibin, dan relaksin.

Ovarium, turun ke batas bagian superior rongga panggul pada bulan ketiga perkembangan janin. Serangkaian ligamentum menahan ovarium dalam posisinya (Gambar 8.15). Ligamen-ligamen tersebut meliputi: 1) Ligamentum latum uteri, merupakan lipatan peritoneum parietal yang melekat ke ovarium melalui lipatan berlapis ganda peritoneum yang disebut mesovarium; 2) Ligamentum ovarium menambatkan ovarium ke uterus; dan 3) Ligamentum suspensorium yang melekatkan ovarium ke dinding panggul. Ovarium mempunyai hilus, yaitu tempat masuk dan keluarnya pembuluh darah dan saraf bersama dengan mesovarium.

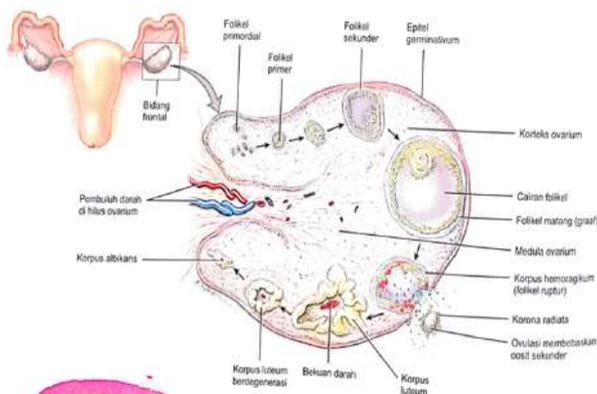
Histologi Ovarium

Ovarium tersusun dari bagian-bagian berikut (Gambar 8.16)(Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)(Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)(Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)(Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011):

1. Epitel germinativum adalah satu lapisan epitel sederhana (kuboid rendah atau skuamosa) yang menutupi permukaan ovarium. Sel-sel yang menghasilkan ovum berasal dari yolk sac dan bermigrasi ke ovarium sewaktu perkembangan masa mudigah.
2. Tunika albuginea adalah kapsul jaringan ikat tak teratur padat berwarna keputihan yang terletak tepat di bawah epitel germinativum.
3. Korteks ovarium adalah daerah atau regio di sebelah dalam tunika albuginea. Korteks ovarium terdiri dari folikel ovarium yang dikelilingi oleh jaringan ikat tak teratur padat yang mengandung serat kolagen dan sel mirip-fibroblas yang disebut sel stroma.
4. Medula ovarium terletak di sebelah dalam korteks ovarium. Batas antara korteks dan medula tidak jelas, tetapi medula terdiri dari jaringan ikat yang tersusun lebih longgar dan mengandung pembuluh darah, pembuluh limfe, dan saraf.
5. Folikel ovarium terletak di korteks dan terdiri dari oosit dalam berbagai stadium perkembangan dan sel-sel yang mengelilinginya. Pada saat sel-sel sekitar membentuk satu lapisan disebut sel folikular. Tahap perkembangan selanjutnya, pada saat membentuk beberapa lapisan, disebut sel granulosa. Sel-sel sekitar memberi makan oosit yang sedang tumbuh dan mulai mengeluarkan estrogen seiring dengan membesarnya folikel.
6. Folikel matang (graaf) adalah folikel besar yang berisi cairan, siap pecah dan mengeluarkan oosit sekunder. Proses ini disebut ovulasi.
7. Korpus luteum mengandung sisa-sisa folikel matang setelah ovulasi. Korpus luteum menghasilkan progesteron, estrogen, relaksin, dan inhibin sampai berdegenerasi menjadi jaringan parut fibrosa yang disebut korpus albicans (badan putih).



Gambar 8.15: Posisi Relatif Ovarium, Uterus dan Ligamentum-Ligamentum Penunjangnya (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)



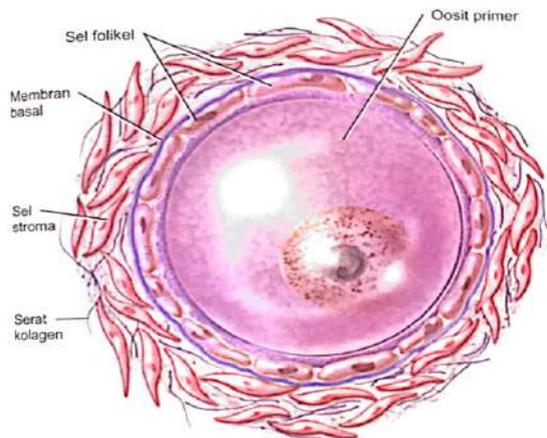
Gambar 8.16: Histologi Ovarium ((Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Oogenesis dan Pembentukan Folikel

Oogenesis adalah pembentukan gamet di ovarium. Proses oogenesis berbeda dari spermatogenesis pada pria yang dimulai sejak pubertas, oogenesis dimulai pada wanita bahkan sebelum mereka lahir. Oogenesis pada dasarnya berlangsung dengan cara yang sama dengan spermatogenesis yaitu terjadi meiosis dan sel-sel germinativum yang terbentuk mengalami pematangan.

Selama masa perkembangan janin sejak dini, sel-sel germinativum primordial bermigrasi dari yolk sac ke ovarium. Pada tempat ini sel-sel germinativum

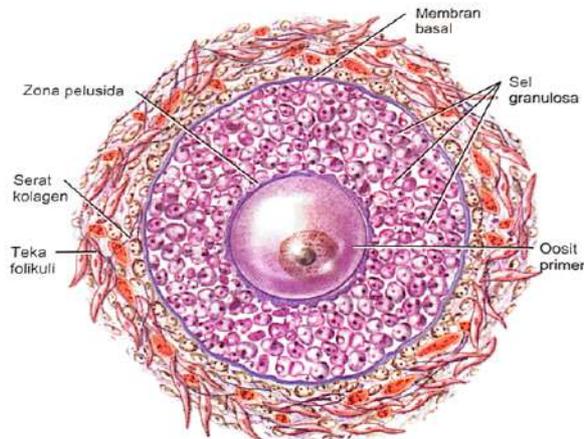
berdiferensiasi dalam ovarium menjadi oogonia (bentuk tunggal oogonium). Oogonia adalah sel punca diploid ($2n$) yang membelah secara mitotik untuk menghasilkan jutaan sel germinativum. Bahkan sebelum lahir, sebagian besar sel-sel germinativum ini mengalami degenerasi dalam proses yang disebut atresia. Tetapi, beberapa berkembang menjadi sel yang lebih besar yang disebut oosit primer dan masuk ke profase meiosis I selama perkembangan janin, tetapi tidak menyelesaikan fase tersebut sampai setelah pubertas. Selama tahap perkembangan yang tertunda ini, masing-masing oosit primer dikelilingi oleh satu lapisan sel folikular gepeng, dan keseluruhan strukturnya disebut folikel primordial (Gambar 8.17). Korteks ovarium yang mengelilingi folikel primordial terdiri dari serat kolagen dan sel stroma yang mirip fibroblas. Pada saat lahir, masing-masing ovarium terdapat sekitar 200.000-2.000.000 oosit primer. Dari jumlah tersebut, sekitar 40.000 bertahan hingga pubertas, dan sekitar 400 akan matang dan berovulasi selama usia subur seorang wanita. Sisa oosit primer mengalami atresia.



Gambar 8.17: Folikel Primordial (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

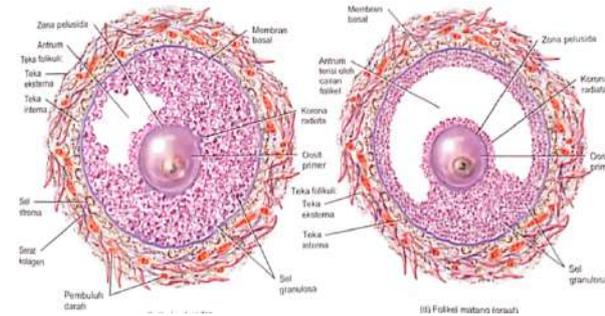
Setiap bulan setelah pubertas sampai menopause, gonadotropin (FSH dan LH) yang disekresi oleh hipofisis anterior menstimulasi perkembangan lebih lanjut beberapa folikel primordial, meskipun hanya satu yang mencapai tingkat kematangan yang dibutuhkan untuk ovulasi. Beberapa folikel primordial mulai tumbuh, berkembang menjadi folikel primer (Gambar 8.18). Setiap folikel primer terdiri dari sebuah oosit primer, pada tahap perkembangan selanjutnya dikelilingi oleh beberapa lapisan sel kuboid dan sel kolumnar rendah yang disebut sel granulosa. Sel-sel granulosa yang terletak paling luar melekat ke

membran basal. Seiring dengan pertumbuhannya, folikel primer membentuk lapisan glikoprotein jernih yang disebut zona pelusida antara oosit primer dan sel granulosa. Selain itu, sel-sel stroma yang mengelilingi membran basal mulai membentuk lapisan teratur yang disebut teka folikuli.



Gambar 8.18: Folikel Primer (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Berlanjutnya proses pematangan, folikel primer akan berkembang menjadi folikel sekunder (Gambar 8.19a). Pada folikel sekunder, teka berdiferensiasi menjadi dua lapisan yaitu: 1) Teka interna, yaitu suatu lapisan internal sel kuboid sekretorik dengan banyak pembuluh darah serta mengeluarkan estrogen; 2) Teka eksterna, yaitu lapisan luar sel stroma dan serat kolagen. Selain itu, sel-sel granulosa mulai mensekresi cairan folikel, yang menumpuk di rongga antrum yang terletak di tengah folikel sekunder. Lapisan sel granulosa yang paling dalam selanjutnya melekat erat ke zona pelusida dan disebut korona radiata (Gambar 8.19a). Selanjutnya folikel sekunder membesar, berubah menjadi folikel matang (graaf) (Gambar 8.19b). Pada tahap folikel ini, dan tepat sebelum ovulasi, oosit primer diploid menuntaskan meiosis I, menghasilkan dua sel haploid (n) dengan ukuran tidak setara-masing-masing 23 kromosom (Gambar 8.20). Sel yang lebih kecil dari proses meiosis I, disebut badan polar pertama, yang merupakan sepaket bahan nukleus sisa. Sel lebih besar, disebut sebagai oosit sekunder, yang mendapat sebagian besar dari sitoplasma. Setelah terbentuk, oosit sekunder memulai proses meiosis II, namun kemudian berhenti di metafase. Folikel matang (graaf) cepat pecah dan membebaskan oosit sekunder, proses ini disebut ovulasi.



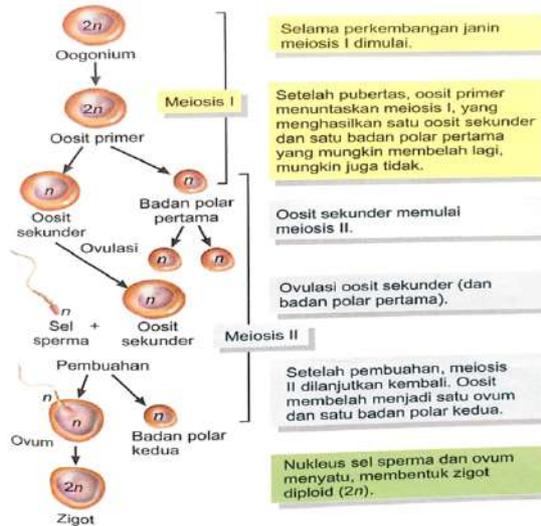
Gambar 8.19: Folikel Sekunder dan Folikel Matang (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Pada saat ovulasi, oosit sekunder dilepaskan ke dalam rongga panggul bersama dengan badan polar pertama dan korona radiata. Sel-sel tersebut didorong ke tuba uterina. Apabila tidak terjadi pembuahan, sel-sel mengalami degenerasi. Tetapi, jika terdapat sperma di tuba uterina dan salah satunya dapat menembus oosit sekunder, Meiosis II berlanjut kembali. Oosit sekunder terbelah menjadi dua sel haploid dengan ukuran tidak setara. Sel yang lebih besar adalah ovum, yang lebih kecil disebut badan polar kedua. Nukleus sel sperma dan ovum kemudian menyatu, membentuk zigot diploid. Apabila badan polar pertama mengalami pembelahan selanjutnya akan menghasilkan dua badan polar, oosit primer akhirnya menghasilkan tiga badan polar haploid, yang semuanya mengalami degenerasi, dan satu ovum haploid. Satu oosit primer menghasilkan satu gamet (ovum).

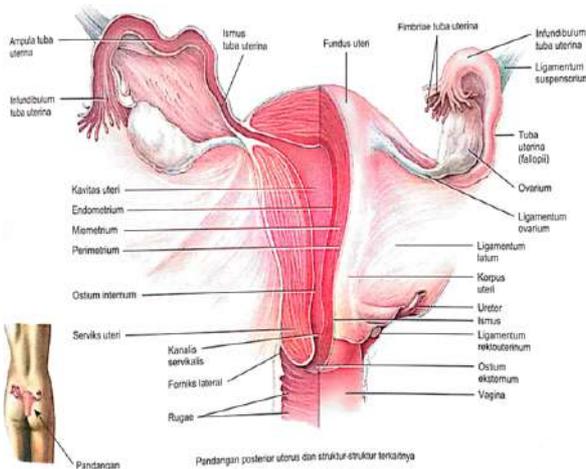
Tuba Uterina

Terdapat dua tuba uterina (falopi), atau oviduktus, pada wanita yang terbentang ke lateral dari uterus (Gambar 8.21). Tuba uterina panjangnya sekitar 10 cm, terdapat di dalam lipatan ligamentum latum uterus dan merupakan jalan bagi sperma untuk mencapai ovum dan mengangkut oosit sekunder serta ovum yang telah dibuahi dari ovarium ke uterus. Bagian tuba yang berbentuk corong, disebut infundibulum, terletak dekat dengan ovarium, tetapi membuka ke rongga panggul. Bagian ini berakhir dalam rangkaian tonjolan yang mirip jari disebut fimbriae, dengan salah satu tonjolan melekat ke ujung lateral ovarium. Dari infundibulum, tuba uterina terbentang ke medial dan akhirnya ke inferior serta melekat ke sudut lateral superior uterus. Ampula tuba uterina adalah bagian yang paling panjang dan lebar, membentuk sekitar dua pertiga lateral dari

panjangnya. Ismus tuba uterina adalah bagian yang lebih medial, pendek, sempit, dan berdinding tebal yang menyatu dengan uterus.



Gambar 8.20: Oogenesis (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)



Gambar 8.21: Hubungan Tuba Uterina dengan Ovarium, Uterus dan Struktur-Struktur yang Terkait (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Tuba uterina secara histologis, terdiri dari tiga lapisan yaitu: mukosa, muskularis, dan serosa.

1. Mukosa

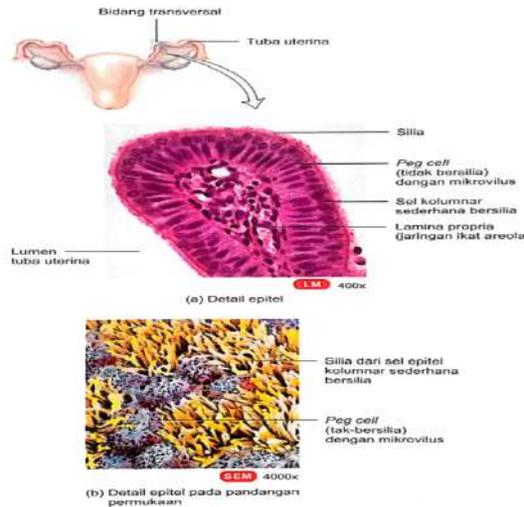
Mukosa terdiri dari epitel dan lamina propria (jaringan ikat areolar). Epitel mengandung sel kolumnar sederhana bersilia, yang berfungsi sebagai "ban berjalan bersilia" untuk membantu ovum yang telah dibuahi (oosit sekunder) bergerak dalam tuba uterina menuju ke uterus, dan sel-sel tak bersilia yang disebut peg cell, yang memiliki mikrovilus dan mengeluarkan cairan untuk nutrisi ovum (Gambar 8.22).

2. Muskularis

Muskularis merupakan lapisan tengah yang terdiri dari cincin otot polos sirkuler tebal di sebelah dalam dan otot polos longitudinal tipis di sebelah luar. Kontraksi peristaltik muskularis dan gerakan silia mukosa membantu menggerakkan oosit atau ovum yang telah dibuahi menuju uterus.

3. Serosa

Lapisan luar tuba uterina adalah membran serosa..



Gambar 8.22: Histologi Tuba Uterina (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Setelah ovulasi, terbentuk arus lokal yang dihasilkan oleh gerakan fimbriae, yang mengelilingi permukaan folikel matang tepat sebelum ovulasi terjadi. Arus ini menyapu oosit sekunder yang diovolasikan dari rongga peritoneum ke tuba uterina. Sebuah sel sperma bertemu dan membuahi oosit sekunder di ampulla tuba uterina. Pembuahan dapat terjadi hingga sekitar 24 jam setelah ovulasi. Beberapa jam setelah pembuahan, bahan nukleus ovum dan sperma yang haploid menyatu. Ovum yang telah dibuahi (diploid) disebut zigot dan mulai mengalami pembelahan sel sambil bergerak menuju uterus. Zigot bernidasi di uterus dalam waktu 6 sampai 7 hari setelah ovulasi.

Uterus

Uterus merupakan tempat implantasi ovum yang telah dibuahi, perkembangan janin selama kehamilan dan persalinan. Uterus juga sebagai bagian dari jalur untuk sperma yang dari vagina untuk mencapai tuba uterina.

Anatomi Uterus

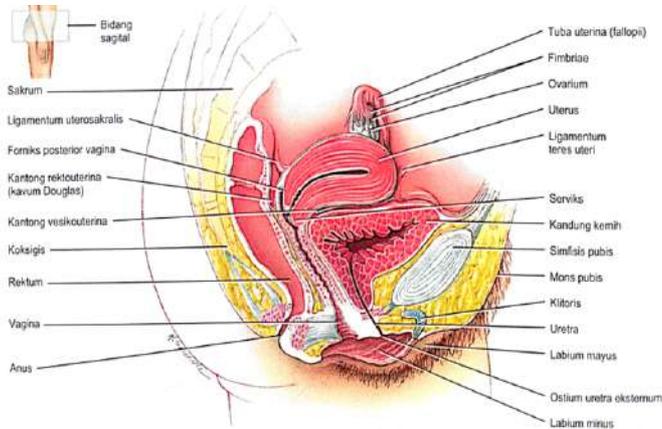
Uterus terletak di antara kandung kemih dan rektum, mempunyai bentuk dan ukuran seperti buah pir terbalik (Gambar 8.21). Ukuran uterus pada wanita yang belum hamil mempunyai panjang sekitar 7,5 cm, lebar 5 cm dan tebal 2,5 cm. Pada wanita hamil uterus lebih besar dan lebih kecil (atrofi) jika kadar hormon seks rendah, seperti menopause.

Bagian dari uterus meliputi:

1. Fundus
Fundus merupakan bagian yang berbentuk kubah di superior dari tuba uterina.
2. Korpus
Korpus merupakan bagian tengah yang meruncing. Bagian dalam korpus uteri disebut kavitas uteri.
3. Serviks
Serviks merupakan bagian sempit inferior. Bagian dalam serviks disebut kanalis servikalis. Kanalis servikalis yang membuka ke kavitas uteri disebut ostium internum dan kanalis servikalis yang membuka ke dalam vagina disebut ostium eksternum.

Diantara korpus uteri dan serviks terdapat istmus, yaitu regio sempit yang panjangnya sekitar 1 cm. Pada keadaan normal, korpus uteri mengarah ke

anterior dan superior di atas kandung kemih yang disebut antefleksi. Serviks mengarah ke inferior dan posterior serta masuk ke dinding anterior vagina pada sudut yang nyaris tegak lurus (Gambar 8.23).



Gambar 8.23: Organ Reproduksi Wanita dan Struktur di Sekitarnya (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Posisi uterus dipertahankan oleh beberapa ligamentum yang merupakan perluasan peritoneum parietal (Gambar 8.15). Ligamen-ligamen tersebut adalah:

1. Ligamentum latum
Ligamentum latum yang berpasangan merupakan lipatan rangkap peritoneum yang melekatkan uterus pada kedua sisi rongga panggul.
2. Ligamentum rektouterinum
Ligamentum rektouterinum yang berpasangan, merupakan perluasan peritoneum yang terletak pada kedua sisi rektum dan menghubungkan uterus ke sakrum.
3. Ligamentum kardinale
Ligamentum kardinale (servikalis lateral) yang terletak inferior dari pangkal ligamentum latum dan terbentang dari dinding panggul ke serviks dan vagina.
4. Ligamentum teres
Ligamentum teres adalah pita-pita jaringan ikat fibrosa antara lapisan-lapisan ligamentum latum. Pita-pita ini terbentang dari satu titik di

uterus tepat inferior dari tuba uterina ke bagian dari labium mayus genitalia eksterna.

Secara normal ligamentum-ligamentum tersebut mempertahankan posisi antefleksi uterus, tapi juga memungkinkan korpus uteri bergerak sedemikian sehingga uterus dapat mengalami malposisi. Uterus yang miring ke posterior, yang disebut retrofleksi adalah variasi yang tidak berbahaya dari posisi normal uterus. Keadaan ini sering tidak ada penyebabnya, tetapi dapat terjadi setelah melahirkan.

Histologi Uterus

Secara histologis, uterus terdiri dari tiga lapisan jaringan yaitu:

1. Perimetrium

Perimetrium atau serosa adalah bagian dari peritoneum viserale. Lapisan ini terdiri dari epitel skuamosa sederhana dan jaringan ikat areolar. Ke arah lateral, lapisan ini berubah menjadi ligamentum latum. Di anterior, lapisan ini menutupi vesika urinaria dan membentuk suatu kantong dangkal, yaitu kantong vesikouterina. Di posterior, lapisan ini menutupi rektum dan membentuk sebuah kantong dalam antara uterus dan kandung kemih, yaitu kantong rektouterina atau kavum Douglas yang merupakan titik paling inferior di rongga panggul.

2. Miometrium

Miometrium adalah lapisan tengah uterus, yang terdiri dari tiga lapisan serat otot polos yang paling tebal pada fundus dan paling tipis pada serviks. Lapisan tengah yang tebal berjalan sirkular, lapisan dalam dan luar berjalan longitudinal atau oblik. Pada saat persalinan kontraksi terpadu miometrium sebagai respons terhadap oksitosin dari hipofisis posterior membantu mengeluarkan janin dari uterus.

3. Endometrium

Endometrium atau lapisan dalam uterus, adalah jaringan yang mengandung banyak pembuluh darah dan memiliki tiga komponen yaitu: 1) Lapisan terdalam yang terdiri dari epitel kolumnar sederhana (sel bersilia dan sekretorik) yang melapisi lumen; 2) Stroma endometrium adalah regio lamina propria yang sangat tebal (jaringan

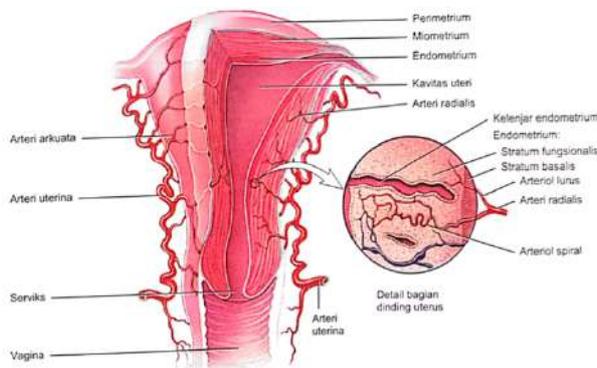
ikat areolar); 3) Kelenjar endometrium (uterus) yang terbentuk sebagai invaginasi epitel lumen dan terbentang hingga nyaris ke miometrium.

Endometrium dibagi menjadi dua lapisan yaitu: 1) Stratum fungsionalis (lapisan fungsional) yang melapisi kavitas uteri dan terlepas saat haid; 2) Stratum basalis (lapisan basal), lapisan yang lebih dalam, bersifat permanen dan membentuk stratum fungsionalis baru setiap sehabis haid.

Uterus disuplai oleh cabang-cabang arteri iliaka interna yang disebut arteri uterina (Gambar 8.24). Arteri uterina membentuk cabang-cabang yang disebut arteri arkuata yang tersusun secara melingkar di miometrium. Arteri-arteri ini bercabang menjadi arteri radialis yang menembus jauh ke dalam miometrium. Sebelum masuk ke endometrium, cabang-cabang tersebut terbagi menjadi dua jenis arteriol yaitu arteriol lurus yang memasok stratum basal dengan bahan-bahan yang diperlukan untuk regenerasi stratum fungsionalis; arteriol spiral yang mengalirkan darah ke stratum fungsionalis serta mengalami perubahan nyata selama siklus haid. Darah yang meninggalkan uterus disalurkan melalui vena-vena uterina ke vena iliaka interna. Banyaknya aliran darah ke uterus sangat penting untuk menunjang pembentukan ulang stratum fungsionalis baru setelah haid, implantasi ovum yang telah dibuahi, dan perkembangan plasenta.

Mukus Serviks

Mukus serviks merupakan sekresi yang dihasilkan oleh sel-sel sekretorik mukosa serviks, yang terdiri dari suatu campuran air, glikoprotein, lemak, enzim, dan garam non-organik. Selama masa reproduksi, wanita mensekresi 20-60 mL mukus serviks setiap hari. Mukus serviks lebih ramah terhadap sperma saat atau menjelang waktu ovulasi karena menjadi lebih encer dan lebih basa (pH 8,5). Di luar waktu tersebut, mukus lebih kental dan membentuk sumbat serviks sehingga menghambat penetrasi sperma. Mukus serviks memberikan energi yang dibutuhkan oleh sperma, dan baik serviks maupun mukus serviks melindungi sperma dari fagosit dan lingkungan yang tidak ramah vagina dan uterus. Mukus serviks juga berperan dalam Kapasitasi yaitu serangkaian perubahan fungsional yang dialami oleh sperma di saluran reproduksi wanita sebelum mampu membuahi oosit sekunder. Kapasitasi menyebabkan ekor sel sperma bergerak lebih aktif dan mempersiapkan membran plasma sel sperma untuk menyatu dengan membran plasma oosit.



Gambar 8.24: Aliran Darah Uterus (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

Vagina

Vagina adalah suatu kanal fibromuskular tubular dengan ukuran panjang 10 cm yang dilapisi oleh membran mukosa yang terbentang dari eksterior tubuh hingga serviks uteri. Vagina berfungsi sebagai penerima penis pada saat hubungan seksual, jalan keluar untuk darah haid, dan jalan lahir saat persalinan. vagina terletak antara kandung kemih dan rektum, mengarah ke superior dan posterior, tempat vagina melekat ke uterus.

Mukosa vagina bersambungan dengan mukosa uterus. Secara histologis, lapisan ini terdiri dari epitel skuamosa berlapis tak-berkeratin dan jaringan ikat areolar yang membentuk serangkaian lipatan transversal yang disebut rugae. Mukosa vagina mengandung banyak glikogen, yang menghasilkan asam-asam organik. Lingkungan asam yang terbentuk menghambat pertumbuhan mikroba, tetapi juga berbahaya bagi sperma. Komponen basa dalam semen, terutama dari vesikula seminalis, meningkatkan pH cairan di vagina dan meningkatkan viabilitas sperma.

Muskularis dari vagina terdiri dari lapisan otot polos sirkular di sebelah luar dan lapisan longitudinal di sebelah dalam yang dapat sangat teregang untuk mengakomodasi penis sewaktu hubungan seksual dan anak sewaktu melahirkan. Lapisan superfisial vagina, terdiri dari jaringan ikat areolar yang melekatkan vagina ke organ-organ sekitar misalnya uretra dan kandung kemih di anterior dan rektum serta kanalis analis di posterior.

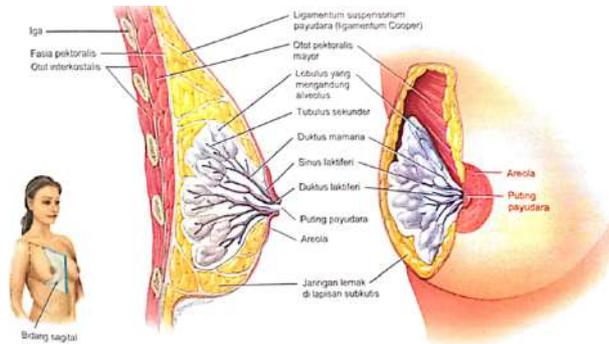
Hymen merupakan suatu lipatan tipis membran mukosa vaskular, membentuk batas di sekitar dan menutup sebagian ujung inferior lubang vagina ke eksterior, orifisium vagina. Hymen pecah setelah hubungan seksual pertama, dan hanya

sisia hymen yang tertinggal. Kadang hymen menutup orifisium secara total, yang disebut hymen imperforata. Pembedahan dibutuhkan untuk membuka orifisium dan memungkinkan keluarnya darah haid.

8.3.3 Kelenjar Mamaria

Payudara adalah tonjolan setengah bola dengan ukuran bervariasi di anterior dari otot pektoralis mayor dan seratus anterior serta melekat pada otot-otot tersebut melalui satu lapisan fascia yang terdiri dari jaringan ikat tak teratur padat. Payudara terdiri dari: 1) Puting payudara (tonjolan berpigmen), yang memiliki serangkaian lubang duktus yang saling berdekatan disebut duktus laktiferi, yaitu tempat keluarnya air susu; 2) Areola, yaitu daerah kulit melingkar berpigmen yang mengelilingi puting payudara. Bagian ini tampak kasar karena mengandung kelenjar-kelenjar sebacea (minyak) modifikasi; 3) Di antara kulit dan fascia berjalan untaian jaringan ikat yang disebut ligamentum suspensorium payudara (ligamentum Cooper) yang berfungsi menopang payudara. Ligamentum-ligamentum ini dapat menjadi kendur seiring usia atau akibat tarikan berlebihan, misalnya pada jogging jangka-panjang atau aerobik high-impact. Menggunakan bra penopang dapat memperlambat proses ini dan membantu mempertahankan kekuatan ligamentum suspensorium.

Dalam payudara terdapat kelenjar mamaria, yaitu suatu kelenjar sudorifera (keringat) modifikasi yang menghasilkan susu (Gambar 8.25). Kelenjar mamaria terdiri dari 15 sampai 20 lobus. Pada lobus terdapat beberapa kompartemen lebih kecil yang disebut lobulus, terdiri dari kelompok-kelompok kelenjar penghasil susu berbentuk anggur, disebut alveolus yang terbenam dalam jaringan ikat. Kontraksi sel mioepitel yang mengelilingi alveolus membantu susu terdorong ke arah puting payudara. Pada saat diproduksi, susu mengalir dari alveolus ke serangkaian tubulus sekunder dilanjutkan ke duktus mamaria. Dekat puting, duktus mamaria melebar untuk membentuk sinus-sinus yang disebut sinus laktiferi, tempat sebagian susu disimpan sebelum mengalir ke duktus laktiferi. Masing-masing duktus laktiferi menyalurkan susu dari salah satu lobus ke eksterior. Fungsi kelenjar mamaria adalah sintesis, sekresi, dan ejeksi susu; Fungsi-fungsi tersebut disebut laktasi. Produksi susu dirangsang terutama oleh hormon prolaktin dari hipofisis anterior, dengan kontribusi dari progesteron dan estrogen. Ejeksi susu dirangsang oleh oksitosin, yang dikeluarkan dari hipofisis posterior sebagai respons terhadap penghisapan puting payudara ibu oleh bayi.



Gambar 8.25: Kelenjar Mamaria dalam Payudara (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011)

8.3.4 Fungsi Sistem Reproduksi Wanita

Beberapa fungsi dari sistem reproduksi wanita diantaranya adalah (Gerald J. Tortora and Derrickson, 2011):

1. Ovarium menghasilkan oosit sekunder dan hormon, termasuk hormon progesteron dan estrogen, inhibin dan relaksin.
2. Tuba uterina menyalurkan oosit sekunder ke uterus dan tempat terjadinya pembuahan.
3. Uterus sebagai tempat implantasi ovum yang telah dibuahi, perkembangan janin sewaktu hamil.
4. Vagina berfungsi menerima penis sewaktu hubungan kelamin dan jalan lahir bayi.
5. Kelenjar mamaria berfungsi untuk membentuk, mensekresi, dan mengeluarkan susu untuk memberi makan pada bayi.

Bab 9

Anatomi dan Fisiologi Sistem Perkemihan

9.1 Pendahuluan

Penyakit gangguan perkemihan merupakan salah satu penyakit yang sering dijumpai di masyarakat Indonesia. Penyakit gangguan perkemihan terdiri dari gangguan pada ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra. Gangguan pada ginjal meliputi penyakit gagal ginjal, glomerulonefritis dan penyakit batu ginjal. Penyakit ini menyerang 4% dari seluruh populasi, dengan rasio pria-wanita 4:1 dan penyakit ini disertai morbiditas yang besar karena rasa nyeri (Tisher, 1997). Di seluruh dunia rata-rata terdapat 12% penduduk yang menderita batu saluran kemih. Penyakit ini merupakan tiga penyakit terbanyak di bidang urologi di samping infeksi saluran kemih dan pembesaran prostat.

9.2 Anatomi Sistem Perkemihan

Sistem perkemihan merupakan suatu sistem di mana terjadinya proses penyaringan darah sehingga darah bebas dari zat-zat yang tidak dipergunakan oleh tubuh dan menyerap zat-zat yang masih dipergunakan oleh

tubuh. Zat-zat yang tidak dipergunakan lagi oleh tubuh larut dalam air dan dikeluarkan berupa urin (air kemih). Sistem perkemihan atau biasa juga disebut Urinary System adalah suatu sistem kerjasama tubuh yang memiliki tujuan utama mempertahankan keseimbangan internal atau Homeostatis. Fungsi lainnya adalah untuk membuang produk-produk yang tidak dibutuhkan oleh tubuh dan banyak fungsi lainnya. Susunan sistem perkemihan terdiri dari: a) dua ginjal (ren) yang menghasilkan urin, b) dua ureter yang membawa urin dari ginjal ke vesika urinaria (kandung kemih), c) satu vesika urinaria (VU), tempat urin dikumpulkan, dan d) satu uretra, urin dikeluarkan dari vesika urinaria (Romli & Indrawati, 2012)

Sistem perkemihan merupakan suatu sistem di mana terjadinya proses penyaringan darah sehingga darah bebas dari zat-zat yang tidak dipergunakan oleh tubuh dan menyerap zat-zat yang masih dipergunakan oleh tubuh. zat-zat yang tidak dipergunakan oleh tubuh larut dalam air dan dikeluarkan berupa urin (air kemih). Berikut ini merupakan ilustrasi bagan yang menjelaskan tentang definisi sistem perkemihan



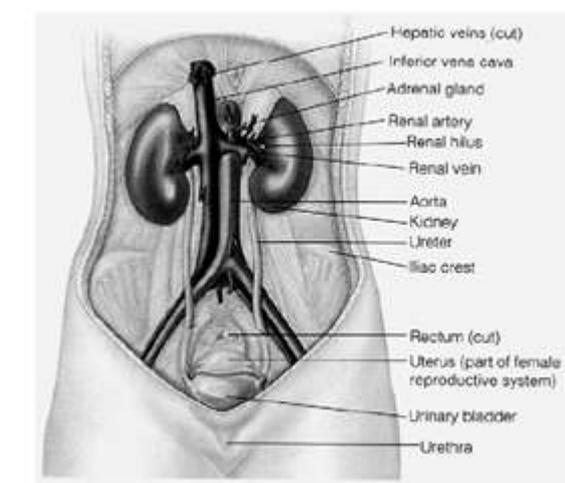
Gambar 9.1: definisi sistem perkemihan (dikutip dari www.ners.us.ac.id)

Fungsi utama sistem perkemihan pada tubuh adalah melakukan ekskresi dan eliminasi sisa-sisa metabolisme tubuh. selain itu terdapat beberapa fungsi tambahan, antara lain:

1. Sebagai regulator volume darah dan tekanan darah dengan mengeluarkan sejumlah cairan ke dalam urine dan melepaskan hormone eritropoetin dan renin.

2. Sebagai regulator konsentrasi plasma dari beberapa ion, yaitu: sodium, potassium, klorida dan mengontrol jumlah kehilangan ion-ion lainnya ke dalam urine, serta menjaga batas ion kalsium melalui sintesis kalesterol
3. Sebagai stabilisator pH darah melalui control jumlah pengeluaran Hidrogen dan ion bikarbonat ke dalam urine
4. Sebagai detoksivikator racun bersama organ hepar selama kelaparan melalui proses deaminasi asam amino yang dapat merusak jaringan (Muttaqin & Sari, 2012)

Beberapa organ yang menyusun sistem perkemihan terdiri dari ginjal, ureter, vesika urinaria, dan uretra.



Gambar 9.2: : Sistem perkemihan (dikutip dari Grollman Sigmund, (1969), *The human body it's structure and physiology*, London, The Macmillan company, 2nd ed)

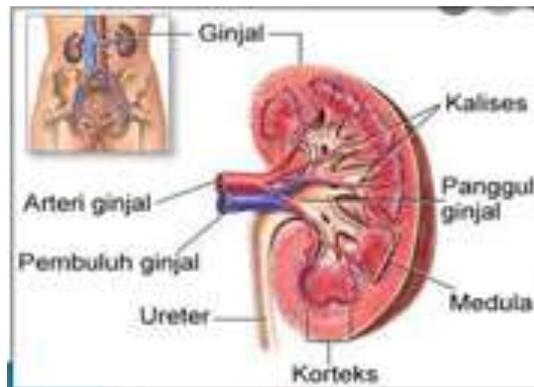
9.1.1 Ginjal

Lokasi ginjal berada dibagian belakang dari kavum abdominalis, area retroperitoneal bagian atas pada kedua sisi vertebra lumbalis III, dan melekat langsung pada dinding abdomen. Bentuknya seperti biji buah kacang merah, jumlahnya ada 2 buah yang terletak pada bagian kanan dan kiri, ginjal kiri lebih

besar dari pada ginjal kanan. Pada orang dewasa ginjal \pm 200 gram. Pada umumnya ginjal laki-laki lebih panjang dari pada ginjal perempuan.

Struktur makroskopis ginjal

Secara anatomis ginjal terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu bagian kulit (korteks), sumsum ginjal (medula), dan bagian rongga ginjal (pelvis renalis)



Gambar 9.3: Bagian-bagian ginjal (dikutip dari www.adamimages.com)

1. Kulit ginjal (korteks)

Kulit ginjal terdapat bagian yang bertugas melaksanakan penyaringan darah yang disebut nefron. Pada tempat penyaringan darah ini banyak mengandung kapiler darah yang tersusun bergumpal-gumpal disebut glomerulus. Pipa glomerulus dikelilingi oleh simpai bowman, dan gabungan antara glomerulus dengan simpai bowman disebut badan malpighi. Penyaringan darah terjadi pada badan malpighi, yaitu diantara glomerulus dan simpai bowman. Zat-zat yang terlarut dalam darah akan masuk kedalam simpai bowman. Dari sini maka zat-zat tersebut akan menuju ke pembuluh yang merupakan lanjutan dari simpai bowman yang terdapat di dalam sumsum ginjal.

2. Sumsum ginjal (medulla)

Sumsum ginjal terdiri dari beberapa badan berbentuk kerucut yang disebut piramid renal. Dengan dasarnya menghadap korteks dan puncaknya disebut apeks atau papila renalis, mengarah ke bagian dalam ginjal. Satu piramid dengan jaringan korteks di dalamnya disebut lobus

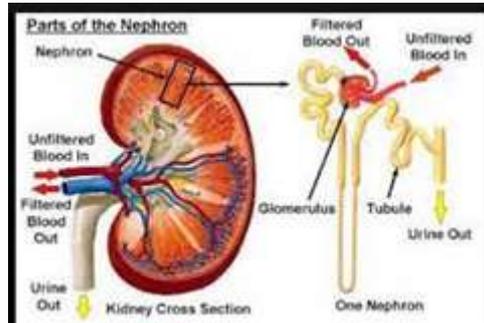
ginjal. Piramid antara 8 hingga 18 buah tampak bergaris-garis karena terdiri atas berkas saluran paralel (tubuli dan duktus koligentes). Diantara piramid terdapat jaringan korteks yang disebut dengan kolumna renal. Pada bagian ini berkumpul ribuan pembuluh halus yang merupakan lanjutan dari simpai Bowman. Di dalam pembuluh halus ini terangkut urine yang merupakan hasil penyaringan darah dalam badan Malpighi setelah mengalami berbagai proses.

3. Rongga ginjal (pelvis renalis)

Pelvis renalis adalah ujung ureter yang berpangkal di ginjal, berbentuk corong lebar. Sebelum berbatasan dengan jaringan ginjal, pelvis renalis bercabang dua atau tiga disebut kaliks mayor, yang masing-masing bercabang membentuk beberapa kaliks minor yang langsung menutupi papila renis dari piramid. Kaliks minor ini menampung urine yang terus keluar dari papila. Dari kaliks minor, urine masuk ke kaliks mayor, ke pelvis renis ke ureter, hingga ditampung dalam kandung kemih (vesika urinaria).

Struktur mikroskopis ginjal

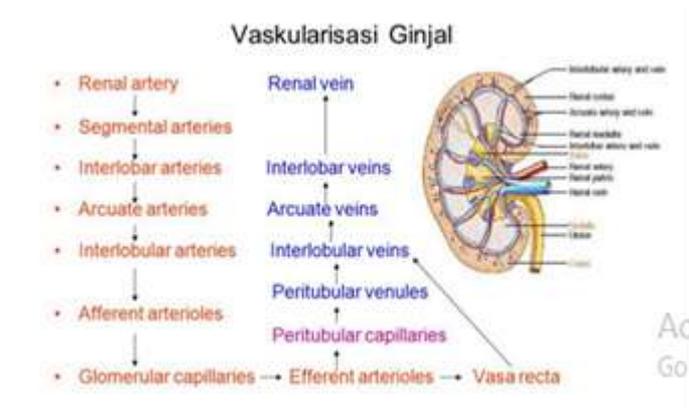
Satuan struktural dan fungsional ginjal yang terkecil disebut nefron. Tiap-tiap nefron terdiri atas komponen vaskuler dan tubuler. Komponen vaskuler terdiri atas pembuluh-pembuluh darah yaitu glomerulus dan kapiler peritubuler yang mengitari tubuli. Dalam komponen tubuler terdapat kapsul Bowman, serta tubulus-tubulus, yaitu tubulus kontortus proksimal, tubulus kontortus distal, tubulus pengumpul dan lengkung Henle yang terdapat pada medula. Kapsula Bowman terdiri atas lapisan perietal (luar) berbentuk gepeng dan lapis viseral (langsung membungkus kapiler glomerulus) yang bentuknya besar dengan banyak juluran mirip dari disebut podosit (sel berkaki) atau pedikel yang memeluk kapiler secara teratur sehingga celah-celah antara pedikel itu sangat teratur. Kapsula Bowman bersama glomerulus disebut korpuskel renal, bagian tubulus yang keluar dari korpuskel renal disebut dengan tubulus kontortus proksimal karena jalannya berbelok-belok, kemudian menjadi saluran yang lurus yang semula tebal kemudian menjadi tipis disebut ansa Henle atau loop of Henle, karena membuat lengkung tajam berbalik kembali ke korpuskel renal asal, kemudian berlanjut sebagai tubulus kontortus distal.



Gambar 9.4: Bagian-bagian nefron (dikutip dari www.adamimages.com)

1. Vaskularisasi ginjal

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



Gambar 9.5: Vaskularisasi Ginjal (dikutip dari Muttaqin&Sari, 2012)

2. Persarafan ginjal

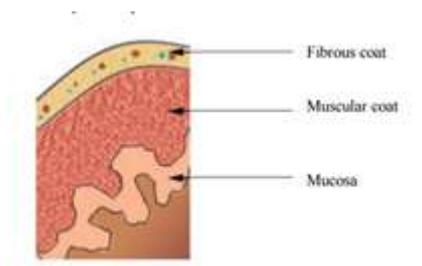
Ginjal mendapat persarafan dari fleksus renalis (vasomotor). Saraf ini berfungsi untuk mengatur jumlah darah yang masuk ke dalam ginjal,

saraf ini berjalan bersamaan dengan pembuluh darah yang masuk ke ginjal. Anak ginjal (kelenjar suprarenal) terdapat di atas ginjal yang merupakan sebuah kelenjar buntu yang menghasilkan 2 macam hormon yaitu hormon adrenalin dan kortison (Nega & Tsige, 2003).

9.1.2 Ureter

Terdiri dari saluran pipa masing-masing bersambung dari ginjal ke kandung kemih (vesika urinaria) panjangnya $\pm 25-30$ cm dengan penampang $\pm 0,5$ cm. Ureter sebagian terletak dalam rongga abdomen dan sebagian terletak dalam rongga pelvis. Lapisan dinding ureter terdiri dari: dinding luar jaringan ikat (jaringan fibrosa), lapisan tengah otot polos dan lapisan sebelah dalam lapisan mukosa.

Lapisan dinding ureter menimbulkan gerakan-gerakan peristaltik tiap 5 menit sekali yang akan mendorong air kemih masuk ke dalam kandung kemih (vesika urinaria). Gerakan peristaltik mendorong urin melalui ureter yang diekskresikan oleh ginjal dan disempatkan dalam bentuk pancaran, melalui osteum uretalis masuk ke dalam kandung kemih. Ureter berjalan hampir vertikal ke bawah sepanjang fasia muskulus psoas dan dilapisi oleh pectodinium (Nuari, dkk. 2017).



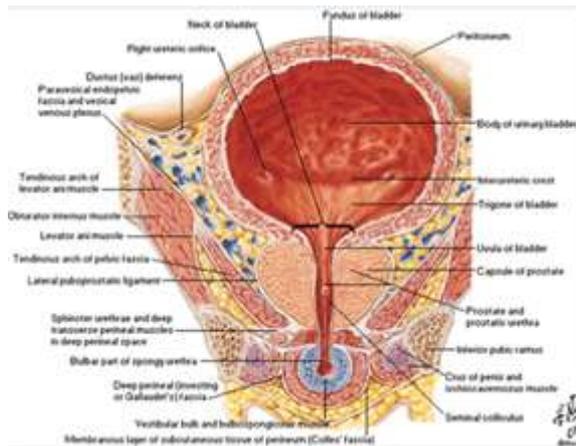
Gambar 9.6: lapisan dinding ureter (dikutip dari www.adamimages.com)

9.1.3 Vesika Urinaria (kandung kemih)

Kandung kemih dapat mengembang dan mengempis seperti balon karet, terletak di belakang simfisis pubis di dalam rongga panggul. Bentuk kandung kemih seperti kerucut yang dikelilingi oleh oto yang kuat, berhubungan ligamentum vesika umbikalis medius. Dinding kandung kemih terdiri dari beberapa lapisan yaitu, peritonium (lapisan paling luar), tunika muskularis,

tunika submukosa, dan lapisan mukosa (lapisan bagian dalam). Bagian vesika urinaria terdiri dari:

1. Fundus, yaitu bagian yang menghadap ke arah belakang dan bawah, bagian ini terpisah dari rektum oleh spatium rektosivikalis yang terisi oleh jaringan ikat duktus deferent, vesika seminalis, dan prostate
2. Korpus, yaitu bagian antara verteks dan fundus
3. Verteks, bagian yang maju ke arah muka dan berhubungan dengan ligamentum vesika umbilikalisis (Nuari, dkk. 2017).



Gambar 9.7: bagian vesika urinaria (Evelyn C. Pears 2010)

9.1.4 Uretra

Uretra merupakan saluran sempit yang berpangkal pada kandung kemih yang berfungsi menyalurkan air kemih keluar. Pada laki-laki uretra berjalan berkelok-kelok melalui tengah-tengah prostat kemudian menembus lapisan fibrosa yang menembus tulang pubis ke bagian penis panjangnya ± 20 cm. Uretra pada laki-laki terdiri dari: uretra prostatica, uretra membranosa dan uretra kavernosa. Lapisan uretra laki-laki terdiri dari lapisan mukosa (lapisan paling dalam), dan lapisan submukosa.

Uretra pada perempuan terletak di belakang simfisis pubis berjalan miring sedikit ke arah atas, panjangnya $\pm 3-4$ cm. Lapisan uretra pada perempuan terdiri dari tunika muskularis (sebelah luar). Lapisan spongiosa merupakan pleksus dari vena-vena, dan lapisan mukosa (lapisan sebelah dalam). Muara uretra pada

perempuan terletak di sebelah atas vagina (antara klitoris dan vagina) dan uretra di sini hanya sebagai saluran ekskresi (Nuari, dkk. 2017).

9.3 Fisiologi Sistem Perkemihan

9.3.1 Pembentukan urin

Sebelum menjadi urin, di dalam ginjal akan terjadi tiga macam proses. Yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi

1. Penyaringan (filtrasi)

Proses pembentukan urin diawali dengan penyaringan darah yang terjadi di kapiler glomerulus. Sel-sel kapiler glomerulus yang berpori (podosit), tekanan dan permeabilitas yang tinggi pada glomerulus mempermudah proses penyaringan. Selain penyaringan, di glomerulus juga terjadi penyerapan kembali sel-sel darah, keping darah, dan sebagian besar protein plasma. Bahan-bahan kecil yang terlarut di dalam plasma darah, seperti glukosa, asam amino, natrium, kalium, klorida, bikarbonat, dan urea dapat melewati filter dan menjadi bagian dari endapan. Hasil penyaringan di glomerulus disebut filtrat glomerulus atau urin primer, mengandung asam amino, glukosa, natrium, kalium, dan garam-garam lainnya.

2. Reabsorpsi

Bahan-bahan yang masih diperlukan di dalam urin primer akan diserap kembali di tubulus kontortus proksimal, sedangkan di tubulus kontortus terjadi penambahan zat-zat sisa dan urea. Meresapnya zat pada tubulus ini melalui dua cara. Gula dan asam amino meresap melalui peristiwa difusi, sedangkan air melalui peristiwa osmosis. Penyerapan air terjadi pada tubulus proksimal dan tubulus distal. Substansi yang masih diperlukan seperti glukosa dan asam amino dikembalikan ke darah. Zat amino, obat-obatan, kelebihan garam, dan bahan lain pada filtrat dikeluarkan bersama urin. Setelah terjadi reabsorpsi maka tubulus akan menghasilkan urin sekunder, zat-zat

yang masih diperlukan tidak akan ditemukan lagi. Sebaliknya, konsentrasi zat-zat sisa metabolisme yang bersifat racun bertambah, misalnya urea.

3. Augmentasi

Proses penambahan zat sisa dan urea yang mulai terjadi di tubulus kontortus distal. Dari tubulus-tubulus ginjal, urin akan menuju rongg ginjal, selanjutnya menuju kantong kemih melalui saluran ginjal. Jika kantong kemih telah penuh terisi urin, dinding kantong kemih akan tertekan sehingga timbul rasa ingin buang air kecil. Urin akan keluar melalui uretra. Komposisi urin yang dikeluarkan melalui uretra adalah air, garam, urea, dan sisa substansi lain, misalnya pigmen empedu yang berfungsi memberi warna dan bau pada urin (Nuari, dkk. 2017).

9.3.2 roses Miksi (Rangsangan Berkemih).

Distensi kandung kemih, oleh air kemih akan merangsang stres reseptor yang terdapat pada dinding kandung kemih dengan jumlah ± 250 cc sudah cukup untuk merangsang berkemih (proses miksi). Akibatnya akan terjadi reflek kontraksi dinding kandung kemih, dan pada saat yang sama terjadi relaksasi spinter internus, diikuti oleh relaksasi spinter eksternus, dan akhirnya terjadi pengosongan kandung kemih.

Rangsangan yang menyebabkan kontraksi kandung kemih dan relaksasi spinter internal dihantarkan melalui serabut – serabut para simpatik. Kontraksi sfinter eksternal secara volunter bertujuan untuk mencegah atau menghentikan miksi. kontrol volunter ini hanya dapat terjadi bila saraf – saraf yang menangani kandung kemih uretra medula spinalis dan otak masih utuh. Bila terjadi kerusakan pada saraf-saraf tersebut maka akan terjadi inkontinensia urin (kencing keluar terus-menerus tanpa disadari) dan retensi urine (kencing tertahan).

Persarafan dan peredaran darah vesika urinaria, diatur oleh torako lumbar dan kranial dari sistem persarafan otonom. Torako lumbar berfungsi untuk relaksasi lapisan otot dan kontraksi spinter interna. Peritonium melapisi kandung kemih sampai kira – kira perbatasan ureter masuk kandung kemih. Peritoneum dapat digerakkan membentuk lapisan dan menjadi lurus apabila kandung kemih terisi penuh. Pembuluh darah Arteri vesikalis superior berpangkal dari umbilikal

bagian distal, vena membentuk anyaman di bawah kandung kemih. Pembuluh limfe berjalan menuju duktus limfatis sepanjang arteri umbilikalis.

Jadi, reflex mikturisi merupakan sebuah siklus yang lengkap yang terdiri dari: 1) Kenaikan tekanan secara cepat dan progresif, 2) Periode tekanan menetap, 3) Kembalinya tekanan kandung kemih ke nilai tonus basal, 4) Perangsangan atau penghambatan berkemih oleh otak.

Pusat – pusat ini antara lain:

1. Pusat perangsang dan penghambat kuat dalam batang otak, terutama terletak di pons, dan beberapa pusat yang terletak korteks serebral yang terutama bekerja menghambat tetapi dapat menjadi perangsang.
2. Refleks berkemih merupakan dasar penyebab terjadinya berkemih, tetapi pusat yang lebih tinggi normalnya memegang peranan sebagai pengendali akhir dari berkemih sebagai berikut: 1) pusat yang lebih tinggi menjaga secara parsial penghambatan refleks berkemih kecuali jika peristiwa berkemih dikehendaki, 2) pusat yang lebih tinggi dapat mencegah berkemih, bahkan jika refleks berkemih timbul, dengan membuat kontraksi tonik terus menerus pada sfingter eksternus kandung kemih sampai mendapatkan waktu yang baik untuk berkemih. Jika tiba waktu berkemih, pusat kortikal dapat merangsang pusat berkemih sacral untuk membantu untuk mencetuskan refleks berkemih dan dalam waktu bersamaan menghambat sfingter eksternus kandung kemih sehingga peristiwa berkemih dapat terjadi (Nuari, dkk. 2017).

Berkemih Menurut Nega&Tsige (2003) Buang air kecil adalah pengosongan kandung kemih; itu adalah proses kontrol saraf sadar dan tidak sadar. Langkah-langkah buang air kecil adalah:

Keinginan sadar untuk buang air kecil

Otot diafragma panggul rileks

Leher kandung kemih Bergerak ke bawah, outlet Terbuka, peregangannya dinding, dan peregangannya dinding Reseptor dirangsang

Otot polos vesika urinaria berkontraksi & urin keluar

Bab 10

Anatomi Fisiologi Sistem Integumen

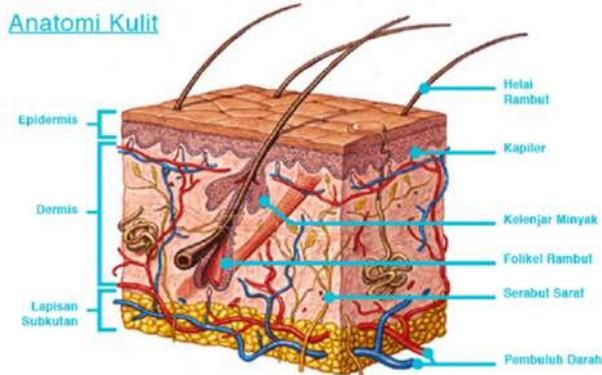
10.1 Pendahuluan

Sistem integumen terdiri dari kulit, rambut, kelenjar minyak dan keringat, kuku, dan reseptor sensorik. Sistem integument membantu mempertahankan suhu tubuh konstan, melindungi tubuh, dan memberi informasi sensorik mengenai lingkungan sekitar (Tortora and Derrickson, 2016). Kulit merupakan organ terbesar di tubuh dan memiliki area permukaan sekitar 1,5-2 m² pada orang dewasa. Kulit menutupi tubuh dengan sempurna dan merupakan lanjutan dari membran yang melapisi orifisium tubuh. Kulit melindungi struktur di bawahnya dari cedera dan serangan mikroba (Waugh and Grant, 2017).

10.2 Struktur Kulit

Kulit dikenal juga dengan membrane kutaneus, terdiri dari dua bagian utama yaitu epidermis dan dermis. Epidermis merupakan bagian kulit paling superfisial, lebih tipis, terdiri dari jaringan epitel dan avaskuler. Dermis merupakan jaringan ikat yang lebih dalam, lebih tebal dan vaskuler. Di sebelah

dalam dermis terdapat lapisan subkutan. Lapisan subkutan disebut juga dengan hipodermis dan bukan merupakan bagian kulit.



Gambar. 10.1: Struktur kulit

10.2.1 Epidermis

Epidermis merupakan lapisan kulit yang paling superfisial dan terdiri dari atas epitel skuamosa bertingkat, berkeratin. Epidermis terdiri dari empat jenis sel utama: keratinosit, melanosit, sel Langerhans, dan sel Merkel (Tortora and Derrickson, 2016)

1. Keratinosit

Keratinosit tersusun empat atau lima lapis dan menghasilkan protein keratin. Keratinosit menghasilkan granul lamelar, mengurangi masuk dan kehilangan air serta menghambat masuknya bahan asing.

2. Melanosit

Melanosit menghasilkan pigmen melanin. Melanin adalah pigmen kuning-merah atau coklat-hitam yang memberi warna kulit dan menyerap sinar ultraviolet (UV) yang merusak.

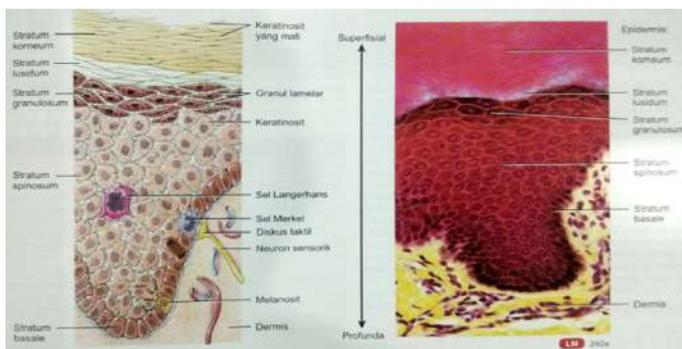
3. Sel Langerhans

Sel Langerhans disebut juga sel dendritik epidermal. Sel ini berperan pada respon imun melawan mikroba yang menyerang kulit, dan mudah rusak oleh sel UV. Sel Langerhans membantu mengenali mikroba penyerang dan menghancurkannya.

4. Sel Merkel

Sel merkel terletak pada lapisan epidermis yang paling dalam dan berhubungan dengan proses pipih neuron sensorik (sel saraf) yang disebut diskus Merkel (taktil). Sel merkel dan diskus merkel mendeteksi sensasi sentuh.

Epidermis memiliki empat strata atau lapisan di sebagian besar regio tubuh, yaitu stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum dan stratum korneum. Ini disebut kulit tipis. Pada telapak kaki, telapak tangan dan ujung jari, epidermis mempunyai lima strata atau lapisan: stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lusidum dan stratum korneum tebal. Ini disebut kulit tebal.



Gambar 10.2: Lapisan Epidermis, Sumber: (Tortora and Derrickson, 2016)

Tabel 10.1: Lapisan Epidermis

STRATUM	DESKRIPSI
Basale	Lapisan paling dalam Tersusun atas satu baris keratinosit kuboid atau kolumnar yang mengandung filamen intermedia keratin yang tersebar (tonofilamen) Sel puncak mengalami pembelahan sel menghasilkan keratinosit baru. Melanosit dan sel-sel Merkel teng terkait dengan diskus merkel tersebar di antara keratinosit

Spinosum	Terdiri dari banyak keratinosit yang tersusun dalam 8-10 lapis bersisi dengan berkas filamen intermedia keratin Mengandung prosesus melanosit seperti lengan dan sel-sel langerhans
Granulosum	3-5 baris keratinosit gepeng, yang organelnya mulai berdegenerasi Sel-sel mengandung protein keratohyalin (mengubah filamen intermedia keratin menjadi keratin) dan granula lamelar (melepaskan sekresi tahan air, kaya lipid)
Lusidum	Hanya terdapat pada kulit di ujung jari, telapak tangan dan telapak kaki Terdiri dari 4-6 baris keratinosit jernih, gepeng, mati dengan banyak keratin
Korneum	25-30 baris keratinosit mati, gepeng yang mengandung Sebagian besar keratin.
<i>Sumber: (Tortora and Derrickson, 2016)</i>	

Keratinisasi dan pertumbuhan epidermis

Keratinisasi adalah proses perubahan seluler pada sel epidermis. Sel-sel pada lapisan basal secara bertahap akan bermigrasi ke lapisan epidermis terluar dan akhirnya berubah bentuk menjadi lapisan tanduk. Secara umum, keratinisasi dimulai dari sel basal yang kuboid, bermitosis ke atas berubah bentuk lebih poligonal yaitu sel spinosum, terangkat lebih ke atas menjadi lebih gepeng, dan bergranula menjadi sel granulosum. Kemudian sel tersebut terangkat ke atas lebih gepeng, dan granula serta intinya hilang dan akhirnya sampai di permukaan kulit menjadi sel yang mati, protoplasmanya mengering menjadi keras, gepeng, tanpa inti yang disebut sel tanduk. Sel tanduk secara kontinu lepas dari permukaan kulit dan diganti oleh sel yang terletak di bawahnya. Proses ini berlangsung terus-menerus dan berguna untuk fungsi rehabilitasi kulit.

Lapisan sel tanduk tercipta secara berkesinambungan, di mana sel yang sudah tua akan dibuang dari permukaan luar kulit dan akan diganti dengan sel-sel di bawahnya untuk menjaga ketebalan dari lapisan sel tanduk. Jenis perubahan yang bertahap dari lapisan sel ini disebut siklus keratinisasi. Siklus keratinisasi

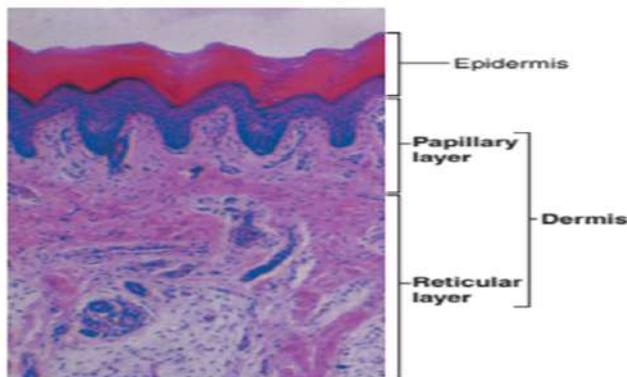
ini bervariasi bergantung pada lokasi dan umur. Namun, pada kulit normal siklus ini berjalan pada kisaran 4-6 minggu.

Rehabilitasi dan pemeliharaan epidermis yang sehat tergantung pada tiga proses berikut:

1. Deskuamasi (peluruhan) sel berkeratin dari permukaan.
2. Keratinisasi sel yang efektif mendekati permukaan
3. Pembelahan sel yang terus menerus di lapisan lebih dalam dengan sel baru yang terbentuk yang terdorong ke permukaan (Waugh and Grant, 2017)

10.2.2 Dermis

Dermis merupakan bagian kulit kedua yang lebih dalam, terdiri dari jaringan ikat tak teratur padat yang mengandung kolagen dan serat elastis, memiliki daya rentang yang besar (menahan kekuatah tarikan atau peregangan). Dermis juga memiliki kemampuan meregang dan rekoil dengan mudah. Dermis lebih tebal dari epidermis, dan ketebalannya berbeda-beda di antara regio-regio di seluruh tubuh, yang mencapai ketebalan paling besar pada telapak tangan dan kaki. Dermis terutama terdiri dari kolagen, tetapi juga mengandung serat elastis dan retikuler, fibroblas, dan sel-sel lain yang khas dari jaringan ikat fibrosa). Pembuluh darah, ujung saraf, folikel rambut dan akar kuku tertanam dalam lapisan dermal. Berdasarkan struktur jaringannya, dermis dibagi menjadi regio papilaris dan regio retikularis. (Saladin, 2018)(Tortora and Derrickson, 2016)



Gambar 10.3: Lapisan Dermis, Sumber (Marieb and Keller, 2021)

Tabel 10.2: Lapisan Dermis

REGIO	DESKRIPSI
Papilaris	Bagian superfisial dermis (sekitar seperlima) Terdiri dari jaringan ikat tak teratur padat dengan serat kolagen tipis dan elastik halus Mengandung krista dermal yang menjadi tempat kapiler, korpuskel Meissner, dan ujung saraf bebas.
Retikularis	Bagian dermis yang lebih dalam (sekitar empat perlima) Terdiri dari jaringan ikat tak teratur padat dengan berkas serat kolagen tebal dan serat elastis kasar. Ruang di antara serat-serat mengandung beberapa sel adiposa, folikel rambut, saraf, kelenjar sebacea dan kelenjar sudorifia

Sumber: (Tortora and Derrickson, 2016)

10.2.3 Hypodermis

Hypodermis merupakan lapisan di bawah Dermis. Hypodermis disebut juga lapisan subkutan. Batas antara dermis dan hipodermis tidak jelas, tetapi hypodermis umumnya memiliki lebih banyak areolar dan jaringan adiposa. Lemak subkutan adalah hypodermis yang sebagian besar terdiri dari jaringan adiposa, terletak di atas otot dan tulang, berfungsi sebagai reservoir energi dan isolasi termal. Lemak subkutan tidak terdistribusi secara merata, hampir tidak ada di kulit kepala tetapi relatif melimpah di perut, pinggul, paha, dan payudara wanita. Rata-rata lemak subkutan sekitar 8% lebih tebal pada wanita dibandingkan pada pria, dan bervariasi dengan usia. Bayi dan orang tua memiliki lebih sedikit lemak subkutan daripada orang dewasa, karena itu lebih sensitif terhadap dingin (Saladin, 2018)(Ignatavicius et al., 2018)

10.3 Warna Kulit

Melanin, hemoglobin dan karoten adalah tiga pigmen yang memberi variasi luas warna kulit. Faktor yang paling signifikan adalah melanin. Melanin diproduksi oleh melanosit tetapi terakumulasi dalam keratinosit dari stratum basale dan stratum spinosum. Ada dua bentuk melanin: eumelanin (hitam kecoklatan) dan feomelanin (pigmen kuning kemerahan).

Pada dasarnya setiap orang memiliki jumlah melanosit yang sama, tetapi pada orang berkulit gelap, melanosit menghasilkan lebih banyak jumlah melanin, butiran melanin di keratinosit lebih menyebar daripada menggumpal rapat, dan melanin rusak lebih lambat. Dengan demikian, sel-sel melanin dapat terlihat seluruh epidermis, dari stratum basale sampai stratum korneum. Pada orang berkulit terang, melanin menggumpal di dekat nukleus keratinosit, sehingga memberikan sedikit warna pada sel, melanin juga lebih cepat rusak, sehingga sedikit yang terlihat di luar stratum basale. Warna kulit juga bervariasi dengan paparan sinar UV dari sinar matahari, yang merangsang sintesis melanin dan menggelapkan kulit. Jumlah melanin juga bervariasi dari satu tempat ke tempat lain di tubuh. melanin relatif terkonsentrasi di bintik-bintik dan tahi lalat, di permukaan punggung tangan dan kaki dibandingkan dengan telapak tangan dan telapak kaki, pada puting dan area sekitarnya (areola) payudara, sekitar anus, pada skrotum dan penis, dan pada labia mayora).

Faktor lain dalam warna kulit adalah hemoglobin dan karoten. Hemoglobin, pigmen pembawa oksigen dalam sel darah merah, memberikan warna merah muda sampai merah bergantung pada kandungan oksigen pada darah yang bergerak melalui kapiler di dermis. Karoten adalah pigmen kuning-oranye yang diperoleh dari kuning telur dan sayuran berwarna kuning dan oranye. Merupakan prekursor vitamin A yang digunakan untuk mensintesis pigmen-pigmen yang diperlukan untuk penglihatan, disimpan dalam stratum korneum dan area berlemak sermis dan lapisan subkutan sebagai respon terhadap asupan yang berlebihan (Saladin, 2018)(Tortora and Derrickson, 2016)

10.4 Struktur Tambahan Pada Kulit

Struktur tambahan kulit terdiri dari rambut, kelenjar kulit dan kuku. Struktur tersebut memiliki sejumlah fungsi penting. Misalnya, rambut dan kuku melindungi tubuh, dan kelenjar keringat membantu mengatur suhu tubuh.

10.4.1 Rambut

Rambut, atau pili dibentuk oleh pertumbuhan ke bawah sel epidermis ke dermis atau jaringan subkutan, yang disebut folikel rambut. Rambut terdapat pada sebagian besar permukaan kulit kecuali telapak tangan, permukaan palmar jari tangan, telapak kaki dan permukaan plantar kaki. Tebal tipis dan pola penyebaran rambut dipengaruhi oleh faktor genetik dan hormonal.

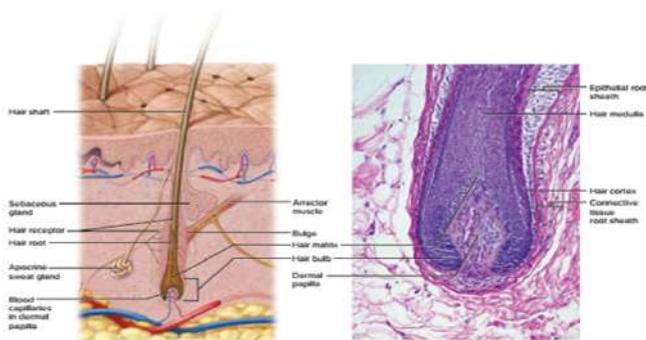
Rambut terdiri dari batang rambut dan akar rambut. Batang rambut adalah bagian superfisial rambut yang menonjol di atas permukaan kulit. Akar rambut adalah bagian rambut di sebelah dalam batang rambut yang menembus ke dermis, dan terkadang ke lapisan subkutan. Batang dan akar rambut terdiri dari tiga lapisan konsentrik sel: medulla, korteks dan kutikula rambut.

Folikel rambut merupakan struktur yang berada di sekitar akar rambut. Folikel rambut tersusun atas selubung akar eksternal dan selubung akar internal, keduanya disebut dengan selubung akar epitelial. Folikel rambut juga dikelilingi oleh dermis padat yang disebut dengan selubung akar dermal. Sel otot polos rambut adalah *musculus arrector pili* yang memanjang dari dermis superfisial kulit ke selubung akar dermal. Rangsangan ujung saraf otonom akan menyebabkan kontraksi *musculus arrector pili*, menarik batang rambut tegak lurus menyebabkan “merinding” atau “tegak bulu roma” karena kulit sekitar batang rambut membentuk elevasi ringan. Di sekeliling setiap folikel rambut terdapat dendrit neuron yang membentuk pleksus akar rambut, yang sensitive terhadap sentuhan (Tortora and Derrickson, 2016).

Tekstur rambut berhubungan dengan perbedaan bentuk penampang, rambut lurus berbentuk bulat, rambut bergelombang berbentuk lonjong, dan rapat rambut keriting relatif datar. Warna rambut terutama disebabkan oleh jumlah dan jenis melanin dalam sel-sel yang mengalami keratinisasi. Rambut coklat dan hitam kaya akan eumelanin. Rambut merah memiliki sedikit jumlah eumelanin tetapi jumlah feomelanin tinggi. Rambut pirang memiliki jumlah sedang feomelanin tetapi sangat sedikit eumelanin. Rambut beruban dan putih

adalah karena kurang atau tidak adanya melanin di korteks dan adanya udara di batang rambut (Saladin, 2018).

Rambut kepala menjaga kulit kepala dari cedera dan sinar matahari, mengurangi kehilangan panas dari kulit kepala. Alis mata dan bulu mata melindungi mata dari partikel asing. Rambut pada lubang hidung dan saluran telinga mencegah partikel asing masuk dengan mudah. Rambut juga berfungsi untuk merasakan sentuhan ringan.



Gambar 10.4: Struktur rambut. Sumber: (Saladin, 2018)

10.4.2 Kelenjar-kelenjar kulit

Kelenjar kulit adalah semua kelenjar eksokrin yang melepaskan sekretnya ke permukaan kulit melalui saluran. Beberapa jenis kelenjar eksokrin tersebut adalah kelenjar sebacea (minyak), kelenjar sudorifera (keringat) dan kelenjar seruminosa.

Kelenjar mamaria, merupakan kelenjar sudorifera khusus yang mensekresi susu (Marieb and Keller, 2021)(Tortora and Derrickson, 2016).

1. Kelenjar Sebacea

Kelenjar sebacea terdiri atas sel epitelium sekresi yang berasal dari jaringan yang sama dengan folikel rambut. Kelenjar sebacea hanya menyekresikan substansi minyak (sebum) ke folikel rambut dan berada di seluruh tubuh kecuali telapak tangan dan kaki. Kelenjar sebacea paling banyak terdapat di kulit kepala, wajah, aksila dan lipat paha. Pada beberapa tempat seperti bibir, glans penis, labia minora dan kelenjar tarsal kelopak mata, terdapat kelenjar sebacea yang bebas dari

folikel rambut sehingga menyekresikan sebum secara langsung ke permukaan kulit.

Sebum menutup permukaan rambut dan menjaga rambut lembut, halus dan tampak berkilau. Pada kulit sebum mencegah evaporasi air berlebihan, menjaga kulit agar tetap lunak dan lembut serta bekerja sebagai agen bakterisida dan fungisida untuk mencegah infeksi. Aktivitas kelenjar sebacea meningkat saat pubertas dan menurun saat lansia (Waugh and Grant, 2017)(Tortora and Derrickson, 2016)

2. Kelenjar Sudorifera

Kelenjar sudorifera atau kelenjar keringat, adalah kelenjar yang tersebar luas di kulit. Jumlahnya sekitar tiga sampai empat juta kelenjar keringat dalam tubuh. Terdapat dua jenis kelenjar keringat yaitu: ektrin dan apokrin

a. Kelenjar keringat ektrin

Kelenjar keringat ektrin adalah kelenjar tubular bergelung selapis yang lebih banyak dan ditemukan di seluruh tubuh. Kelenjar ektrin memproduksi keringat, sekresi bening yang terutama terdiri dari air plus beberapa garam (natrium klorida), vitamin C, sisa-sisa metabolisme (amonia, urea, asam urat), dan asam laktat (bahan kimia yang terakumulasi selama aktivitas otot yang berat). Keringat bersifat asam (pH dari 4-6), karakteristik yang menghambat pertumbuhan bakteri tertentu, yang selalu ada di permukaan kulit. Kelenjar keringat ektrin mulai berfungsi segera setelah lahir.

Kelenjar ektrin tersebar di seluruh kulit sebagian besar regio tubuh, terutama pada kulit dahi, telapak tangan dan telapak kaki. Tetapi tidak ditemukan di pinggir bibir, bantalan kuku jari tangan dan kaki, glans penis, klitoris, labia minora dan gendang telinga.

Keringat yang dihasilkan oleh kelenjar ektrin dalam keadaan normal sekitar 500 ml setiap hari. Fungsi utama kelenjar kerin adalah membantu mengatur suhu tubuh (termoregulasi). Bersama penguapan keringat, banyak energi panas meninggalkan permukaan tubuh.

Kelenjar keringat ekrin juga melepas keringat sebagai respons terhadap stress emosional seperti ketakutan dan malu. Jenis berkeringat ini disebut dengan keringat emosional atau keringat dingin.

b. Kelenjar keringat Apokrin

Kelenjar keringat apokrin juga merupakan kelenjar tubular selapis, bergelung. Kelenjar keringat apokrin terutama ditemukan pada kulit aksila, lipat paha, areola payudara, regio berjenggot pada pria dewasa. Saluran kelenjar apokrin mengarah ke folikel rambut di dekatnya daripada langsung ke permukaan kulit. Keringat apokrin lebih kental dan lebih seperti susu daripada keringat ekrin karena memiliki lebih banyak asam lemak dan protein di dalamnya.

Kelenjar keringat apokrin adalah kelenjar aroma yang merespons secara khusus terhadap stres dan rangsangan seksual. Kelenjar keringat apokrin tidak berfungsi sampai pubertas, dan pada wanita, kelenjar apokrin membesar dan mengecil sejalan dengan siklus menstruasi.

Keringat yang disekresi kelenjar apokrin segar tidak berbau. Namun ketika keringat apokrin berinteraksi dengan bakteri pada permukaan kulit, bakteri memetabolisme komponen-komponennya, menyebabkan keringat apokrin memiliki bau kasturi yang disebut dengan bau badan. Kelenjar keringat apokrin, Bersama kelenjar ekrin aktif selama berkeringat emosional. Kelenjar apokrin juga menyekresi keringat selama aktivitas seksual, tetapi tidak aktif selama berkeringat pengatur suhu sehingga tidak berperan pada termoregulasi (Tortora and Derrickson, 2016)(Saladin, 2018).

3. Kelenjar Seruminosa

Kelenjar seruminosa adalah kelenjar apokrin yang dimodifikasi dalam liang telinga luar. Menghasilkan sekresi pelumas seperti lilin. Sekresi bergabung dengan sebum dan sel-sel epidermis mati untuk membentuk kotoran telinga, atau serumen. Kelenjar seruminosa adalah kelenjar tubular sederhana yang melingkar dengan saluran yang mengarah ke

folikel rambut atau permukaan kulit kanal telinga. Serumen menjaga gendang telinga tetap lentur, membuat saluran air kedap air, membunuh bakteri, dan melapisi rambut pelindung telinga, membuatnya lengket dan lebih efektif dalam menghalangi partikel asing memasuki saluran telinga (Saladin, 2018).

4. Kelenjar Mamaria

Kelenjar Mamaria (kelenjar susu) adalah kelenjar penghasil susu yang berkembang di dalam payudara wanita selama kehamilan dan menyusui. Kelenjar mamaria adalah kelenjar keringat apokrin yang dimodifikasi yang menghasilkan sekresi yang lebih kaya dan menyalurkannya melalui saluran ke puting payudara (Saladin, 2018),

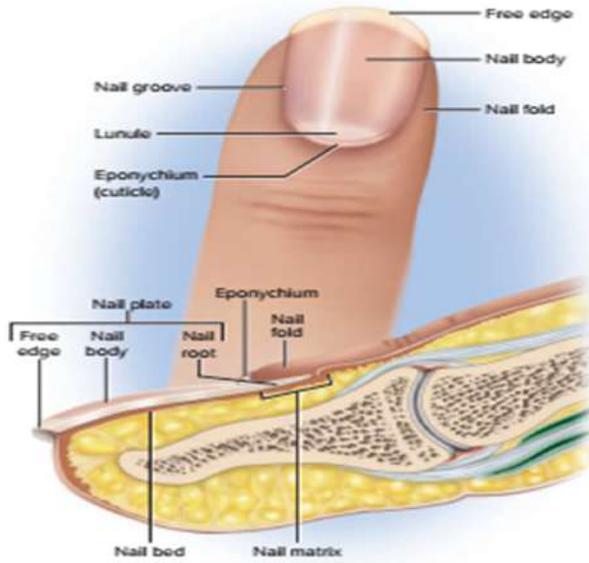
Tabel 10.3: Kelenjar-kelenjar kulit

TIPE KELENJAR	DESKRIPSI
Kelenjar Sebacea	Kelenjar minyak yang berhubungan dengan folikel rambut
Kelenjar Sudorifera	Kelenjar yang memproduksi keringat
- Kelenjar keringat ekrin	Kelenjar keringat yang berfungsi dalam evaporasi; didistribusikan secara luas ke seluruh permukaan tubuh; terbuka melalui saluran ke permukaan kulit
- Kelenjar keringat apokrin	kelenjar keringat yang berfungsi sebagai kelenjar pengharum; ditemukan di daerah yang dicakup oleh rambut kemaluan, ketiak, dan wajah pria; dibuka oleh saluran ke folikel rambut
Kelenjar Seruminosa	Kelenjar saluran telinga yang berkontribusi ke serumen (kotoran telinga)
Kelenjar Mamaria	Kelenjar penghasil susu yang terletak di payudara
<i>Sumber:</i> (Saladin, 2018)	

10.4.3 Kuku

Kuku adalah lempeng sel-sel epidermal yang mengalami keratinisasi, padat, keras, mati yang membentuk penutup jernih, padat di atas permukaan dorsal bagian distal jari. Kuku terdiri dari badan kuku (lempeng), pinggir bebas, dan akar kuku. Badan kuku (lempeng) adalah bagian kuku yang terlihat menempel dan dapat dilihat, tumbuh dari area germinatif epidermis yang disebut dasar kuku. Sebagian besar badan kuku tampak merah muda karena darah yang mengalir melalui kapiler dalam dermis di bawahnya. Pinggir bebas adalah bagian badan kuku yang menjorok ke ujung jari tangan atau kaki. Pinggir bebas berwarna putih karena tidak ada kapiler di bawahnya. Akar Kuku adalah bagian kuku yang terkubur di dalam lipatan kulit. Area keputihan, yang berbentuk bulan sabit pada ujung proksimal kuku disebut lunula (bulan sabit). Pada ujung proksimal kuku, stratum basale menebal menjadi zona pertumbuhan yang disebut matriks kuku. Mitosis dalam matriks menyumbang pertumbuhan kuku — sekitar 1 mm per minggu di kuku dan sedikit lebih lambat di kuku kaki. Ketebalan matriks mengaburkan pembuluh darah dermal yang mendasari dan merupakan alasan mengapa bulan sabit putih buram (lunula), sering muncul di ujung proksimal kuku. Di bawah pinggir bebas terdapat regio stratum korneum yang menebal yang disebut hiponikium (bantalan kuku) yang menyatukan kuku dengan ujung jari. Kutikula (eponikium) adalah pita sempit epidermis yang meluas dari dan menempel pada pinggir (batas lateral) dinding kuku.

Kuku berfungsi melindungi ujung distal jari-jari; menjadi penopang dan memberi tekanan balik terhadap permukaan palmar jari untuk meningkatkan persepsi dan manipulasi sentuh; dan memungkinkan menggenggam dan memanipulasi benda-benda kecil, dan dapat digunakan untuk menggaruk dan mengurus tubuh dengan berbagai cara (Waugh and Grant, 2017; Tortora and Derrickson, 2016; Saladin, 2018).



Gambar 10.5: Struktur kuku, Sumber:(Saladin, 2018)

10.5 Jenis Kulit

Berdasarkan sifat structural dan fungsional tertentu, dikenal dua jenis kulit yaitu kulit tipis (berambut) dan kulit tebal (tanpa rambut). kontributor paling besar ketebalan epidermis adalah meningkatnya jumlah lapisan pada stratum korneum. Hal ini disebabkan oleh stress mekanis yang lebih besar pada regio kulit tebal.

Tabel 10.4: Perbandingan kulit tipis dan tebal

Gambaran	Kulit tipis	Kulit tebal
Distribusi	Semua bagian tubuh kecuali area seperti telapak tangan, permukaan palmar jari dan telapak kaki	Area seperti telapak tangan, permukaan palmar pada jari dan telapak kaki
Ketebalan epidermal	0,10-0,15 mm (0,004-0,006 inci)	0,6-4,5 mm (0,024-0,18 inci), sebagian besar

		karena stratum korneum lebih tebal
Lapisan epidermal	Stratum lusidum pada dasarnya tidak ada; stratum spinosum dan korneum lebih tipis	Ada stratum lusidum; stratum spinosum dan korneum lebih tebal
Krista epidermal	Tidak ada karena papilla dermal tidak berkembang baik, lebih sedikit, dan kurang teratur	Ada karena papilla dermal yang berkembang baik dan lebih banyak tersusun sejajar
Folikel rambut & musculus erector pili	Ada	Tidak ada
Kelenjar sebacea	Ada	Tidak ada
Kelenjar sudorifera	Lebih sedikit	Lebih banyak
Reseptor sensorik	Lebih jarang	Lebih padat

Sumber: (Tortora and Derrickson, 2016)

10.6 Fungsi Kulit

Kulit lebih dari sekadar wadah bagi tubuh. Kulit memiliki berbagai fungsi penting yang melampaui penampilan, berikut adalah fungsi kulit:

10.6.1 Termoregulasi

Termoregulasi adalah pengaturan homeostatik suhu tubuh. Kulit berperan pada termoregulasi melalui dua cara, dengan membebaskan keringat pada permukaannya dan menyesuaikan aliran darah dalam dermis. Kulit menerima 10 kali lebih banyak aliran darah sesuai kebutuhan untuk pemeliharannya sendiri, dan kaya dengan ujung saraf yang disebut termoreseptor, yang memantau suhu permukaan tubuh. Semua ini berkaitan dengan peran pentingnya dalam mengatur suhu tubuh. Sebagai respon terhadap suhu dingin, tubuh menahan panas dengan penyempitan pembuluh darah dermis (vasokonstriksi kulit), yang mengurangi aliran darah melalui kulit dan mengurangi kehilangan panas dari tubuh. Akibat Suhu lingkungan yang rendah

juga menyebabkan produksi keringat dari kelenjar keringat ektrin berkurang, hal tersebut juga membantu mempertahankan panas dalam tubuh.

Sebagai respons terhadap panas berlebih, kulit kehilangan panas berlebih dengan melebarkan pembuluh darah dermis (vasodilatasi kulit), memungkinkan lebih banyak darah mengalir dekat ke permukaan dan kehilangan panas melalui kulit. Jika ini tidak cukup untuk mengembalikan suhu normal, kelenjar keringat mengeluarkan keringat. Penguapanm keringat dapat memiliki efek pendinginan yang kuat. Dengan demikian, kulit berperan dalam menghangatkan dan mendinginkan tubuh

10.6.2 Reservoir darah

Dermis menyediakan tempat jejaring luas pembuluh darah yang membawa 8-10% aliran darah total pada orang dewasa yang sedang beristirahat. Karena itu kulit bekerja sebagai reservoir darah.

10.6.3 Proteksi

Kulit memberikan perlindungan pada tubuh melalui berbagai cara:

1. Keratin melindungi jaringan di bawahnya dari mikroba, abrasi, panas dan zat kimia. Keratinosit yang saling terkunci erat menahan invasi oleh mikroba
2. Lipid yang dilepaskan oleh granula lamelar menghambat evaporasi air dari permukaan kulit sehingga melindungi dari dehidrasi; lipid juga memperlambat masuknya air melewati kulit pada saat mandi dan berenang.
3. Sebum dari kelenjar sebacea menjaga kulit dan rambut dari kekeringan dan mengandung zat kimia bakterisidal (zat yang membunuh bakteri).
4. PH asam dari keringat memperlambat pertumbuhan beberapa mikroba,
5. Pigmen melanin membantu menjaga dari efek sinar ultraviolet yang merusak
6. Sel sel Langerhans epidermal memberi peringatan pada system imun terhadap adanya penyerang mikroba yang berpotensi membahayakan.
7. Makrofag pada dermis memfagosit bakteri dan virus yang melintasi sel Langerhans epidermis

10.6.4 Sensasi

Reseptor sensori terdiri atas ujung saraf di lapisan dermis yang peka terhadap sentuhan, tekanan, suhu atau nyeri. Stimulasi membangkitkan impuls saraf di saraf sensoris yang dihantarkan ke korteks serebri, sebagian area yang memiliki reseptor sensoris lebih banyak daripada area lainnya menyebabkan area tersebut sensitive (peka) missal pada bibir dan ujung jari.

10.6.5 Ekskresi dan Absorpsi

Kulit mempunyai Fungsi absorpsi yang terbatas, materi tertentu yang larut dalam lipid dapat menembus kulit. Materi tersebut termasuk vitamin larut lemak (A, D, E, dan K), obat-obatan tertentu, serta gas oksigen dan karbon dioksida. Materi toksik yang dapat diabsorpsi melalui kulit meliputi pelarut organik seperti aseton dan karbon tetrachloride; garam logam berat seperti timah, merkuri dan arsen. Steroid topical yang dioleskan di kulit seperti kortison, larut dalam lemak sehingga mudah masuk ke dalam regio papilaris dermis. Obat-obatan tertentu yang diabsorpsi oleh kulit dapat diberikan dengan menempelkan patch perekat pada kulit.

Kulit merupakan organ ekskresi minor bagi sebagian zat, meliputi: natrium klorida dalam keringat; urea, khususnya pada saat fungsi ginjal terganggu; substansi aromatik, misalnya bawang putih dan rempah-rempah lainnya.

10.6.6 Sintesis Vitamin D

Substansi berbahan dasar lipid di kulit adalah 7-dehidrokolesterol dan sinar ultraviolet dari matahari mengubahnya menjadi vitamin D. substansi ini beredar di darah dan digunakan bersama kalsium dan fosfat, dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang. (Waugh and Grant, 2017) (Saladin, 2018) (Marieb and Keller, 2021)

Bab 11

Anatomi Dan Fisiologi Sistem Panca Indera

10.1 Pendahuluan

Pengertian alat indera adalah alat-alat tubuh yang berfungsi untuk mengetahui keadaan luar. Alat indera manusia sering disebut panca indera, karena terdiri dari lima indera yaitu indera penglihat (mata), indera pendengar (telinga), indera pembau/pencium (hidung), indera pengecap (lidah) dan indera peraba (kulit).

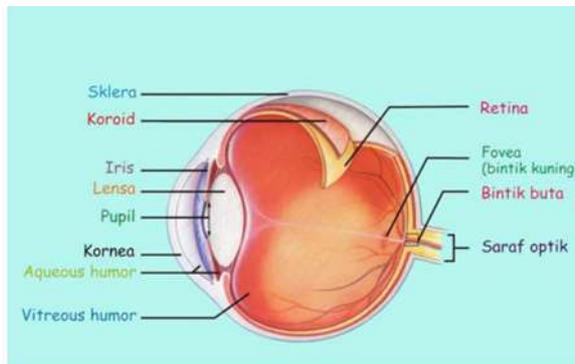
11.2 Anatomi Dan Fisiologi Mata

Mata sebagai salah satu sistem indera pada manusia memiliki fungsi sebagai indera penglihatan. Berikut ini akan dijelaskan tentang organ-organ penyusun indera mata dan hubungannya antara satu dengan lainnya.

1. Anatomi Mata

Mata terdiri dari otot mata, bola mata (oculus) dan persarafan mata oleh N-II (Nervus Optikus) yang dibentuk dari kumpulan sel-el ganglion pada retina bergabung membentuk N-II, serta alat tambahan

yang terdiri dari alis, kelopak mata, dan bulu mata. Alat tambahan mata berfungsi melindungi mata dari gangguan lingkungan. Alis mata berfungsi melindungi mata dari keringat, kelopak mata melindungi mata dari benturan dan bulu mata melindungi mata dari cahaya yang kuat, debu, dan kotoran.



Gambar 11.1: Anatomi Mata

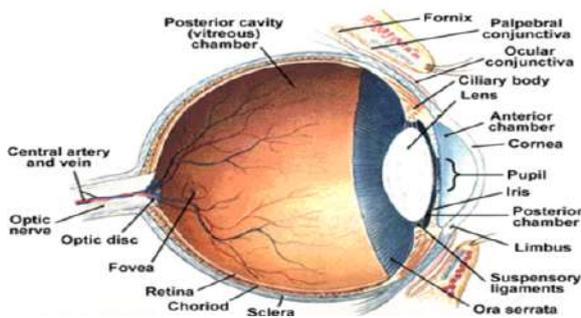
Bagian Mata:

- a. Superior Rectus Muscle, adalah otot mata bagian atas yang berfungsi menggerakkan mata kita ke atas
- b. Sklera, adalah bagian pelindung mata yang berwarna putih di bagian luar bola mata. Sklera memiliki membran yang keras dan berfungsi untuk memberi bentuk bola mata. Sklera dilapisi oleh konjungtiva yang direfleksikan ke bagian dalam kelopak mata
- c. Iris, adalah pigmen yang kita bisa melihat warna coklat atau hitam atau berwarna biru jika orang eropa. Iris adalah bagian berwarna pada mata, Iris terletak di antara kornea dan lensa dan membagi ruangan di antaranya menjadi bilik mata anterior dan bilik mata posterior. Iris tersusun atas jaringan otot dengan susunan
- d. Pupil. Pupil adalah bagian mata yang melekat yang berbentuk lingkaran. Pupil terletak setelah iris dan seperti muara yang terletak di bagian sentral. Pupil merupakan bagian mata yang akan berkontraksi (menyempit) untuk mencegah terlalu banyak cahaya yang masuk ke

mata. Dan juga dilatasi (membesar) bila cahaya yang masuk kurang agar cahaya dapat sampai ke retina mata. serat sirkular dan serat radiasi. Serat-serat yang melingkar berfungsi untuk kontraksi pupil dan dilatasi pupil

- e. Kornea. Kornea adalah bagian anterior lapisan fibrosa mata, yang bersifat transparan dan dapat tembus oleh cahaya. Dengan adanya kornea, cahaya dapat dibelokkan agar dapat fokus ke bagian mata yaitu retina.
- f. Conjunctiva, lapisan tipis bening yang menghubungkan sklera dengan kornea. Konjungtiva merupakan lapisan mukosa (selaput lendir) yang melapisi permukaan palpebra bagian dalam dan sklera. Beberapa macam obat dapat diserap melalui konjungtiva. Konjungtiva mengandung kelenjar musin yang bersifat membasahi bola mata terutama kornea. Konjungtiva dibagi menjadi 3 bagian yaitu:
 - konjungtiva bulbi adalah konjungtiva yang menutup bagian depan sklera;
 - konjungtiva palpebral adalah konjungtiva yang menutup palpebra dari dalam; dan
 - konjungtiva forniks adalah konjungtiva terletak antara konjungtiva bulbi dan palpebra
- g. Inferior Rectus Muscle adalah otot mata bagian bawah
- h. Koroid. Koroid merupakan bagian pada mata yang melapisi seluruh mata kecuali bagian depan mata. Koroid berwarna coklat gelap dan memiliki fungsi untuk menyuplai darah ke bagian mata lainnya khususnya retina
- i. vitreous chamber adalah aquos humor yang beruap seperti jel/gel yang mengisi bola mata kita
- j. Retina adalah lapisan yang akan menerima sinar yang di terima oleh mata kita. Retina adalah bagian mata yang terletak paling dalam, yang merupakan membran yang tersusun atas serabut dan sel saraf batang (rodus) dan sel saraf kerucut (sel konus) yang memiliki fungsi untuk menerima sinar cahaya.

- k. Fovea centralis, daerah di retina yang paling□ tinggi resolusinya untuk mendapatkan sinar yang masuk ke mata
- l. Optic Nerve adalah saraf mata yang□ menghantarkan sinar ke otak untuk di terjemahkan sebagai penglihatan yang kita lihat saat ini.
- m. Makula Lutea. Makula lutea adalah area oval yang berwarna kekuningan, dan pada bagian ini hanya terdapat sel kerucut (sel konus) dan merupakan titik penglihatan paling sempurna.

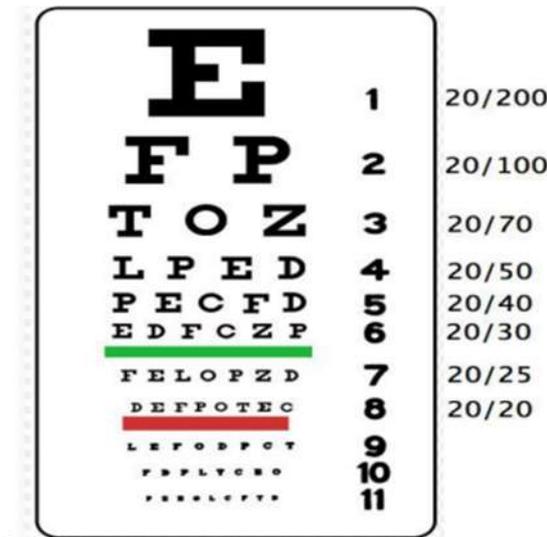


Gambar 11.2: Bola Mata

- 2. Fisiologi Mata Mata adalah salah satu panca indra manusia yang berfungsi sebagai indra penglihat. Selanjutnya akan dijelaskan tentang proses penglihatan dan ketajaman penglihatan serta sistem kelenjar air mata yang berfungsi memproduksi air mata.
 - a. Proses Penglihatan. Proses penglihatan diawali dari adanya cahaya yang masuk ke dalam mata dan karena adanya sifat benda yang memantulkan cahaya. Melalui proses pengolahan oleh organ-organ indra penglihatan, sinar yang masuk dan benda yang memantulkan sinar dapat terlihat oleh mata.
 - b. Ketajaman penglihatan (visus). Pemeriksaan ketajaman penglihatan (visus) merupakan pemeriksaan fungsi mata. Ketajaman penglihatan dapat diukur dengan kartu Snellen, bila huruf terbesar pada kartu Snellen tetap tidak dapat terbaca jelas maka dilakukan uji hitung jari, bila penglihatan masih kurang, dilakukan pemeriksaan lambaian tangan dan jika penglihatan masih berkurang juga dilakukan pemeriksaan proyeksi sinar. Hasil

pemeriksaan ketajaman penglihatan dengan kartu Snellen adalah sebagai berikut:

- Ketajaman penglihatan 6/6 artinya dapat melihat huruf pada jarak 6 meter (20 kaki). Ini adalah ketajaman penglihatan orang dengan mata normal, sehingga huruf tersebut dapat dilihat pada jarak 6 meter.
- Ketajaman penglihatan 6/30 artinya hanya dapat melihat huruf pada jarak 6 meter yang oleh orang dengan mata normal, huruf tersebut dapat dilihat pada jarak 30 meter.



Gambar 11.3: Kartu Snellen

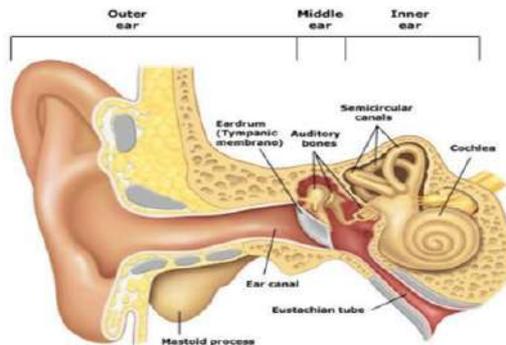
Mekanisme Kerja Mata

Mata bekerja saat menerima cahaya. Pantulan cahaya dari suatu benda masuk melalui pupil, kemudian diteruskan ke dalam lensa mata. Setelah itu lensa mata mengarahkan cahaya, sehingga bayangan benda jatuh pada retina. Ujung-ujung saraf retina menyampaikan bayangan benda tersebut ke otak. Selanjutnya otak mengolah bayangan tersebut sehingga benda tersebut dapat kita lihat.

11.3 Anatomi Dan Fisiologi Telinga

Telinga sebagai salah satu panca indra manusia memiliki fungsi sebagai indra pendengar. Berikut ini akan dijelaskan tentang organ-organ penyusun indra telinga dan hubungannya antara satu dengan lainnya. Telinga terdiri dari tiga bagian yaitu telinga luar, tengah dan dalam. Bagian luar dan tengah menyalurkan gelombang suara dari udara ke telinga dalam yang berisi cairan untuk memperkuat energi suara dalam proses tersebut. Telinga dalam berisi dua sensoris yang berbeda: koklea yang mengandung reseptor-reseptor untuk mengubah gelombang suara menjadi impuls-impuls saraf, sehingga kita dapat mendengar dan aparatus vestibularis yang penting untuk sensasi keseimbangan.

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 koklearis sedangkan organ pendengaran sentral adalah struktur yang berada di dalam batang otak dan otak yaitu nukleus koklearis, nukleus olivatorius superior, lemnikus lateralis, kolikulus inferior dan kortek serebri lobus temporalis area wernicke.



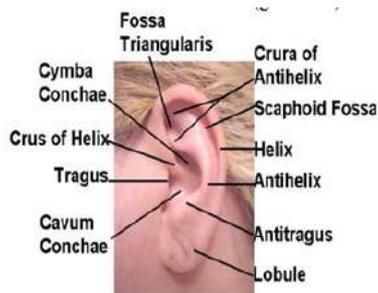
Gambar 11.4: Anatomi Telinga

1. Anatomi Telinga

Telinga terbagi menjadi 3 bagian yaitu telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam. Selanjutnya akan dijelaskan masing-masing bagian telinga.

- a. Telinga Luar. Telinga luar merupakan bagian telinga yang terdapat di lateral dari membran timpani, terdiri dari aurikulum, meatus

akustikus eksternus (MAE) dan membran timpani (MT). Aurikulum merupakan tulang rawan fibro elastis yang dilapisi kulit, berbentuk pipih dan permukaannya tidak rata. Melekat pada tulang temporal melalui otot-otot dan ligamen. Bagiannya terdiri heliks, antiheliks, tragus, antitragus dan konka. Daun telinga yang tidak mengandung tulang rawan ialah lobulus.



Gambar 11.5: Anatomi Aurikulum

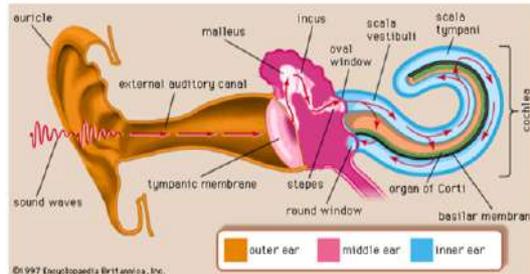
- b. Telinga Tengah. Telinga tengah terdiri dari 4 bagian yaitu gendang telinga (membrane tympani), tulang-tulang pendengaran, cavum timpani dan tuba eustachius. 1) Gendang telinga (membran timpani). Membran timpani terdiri dari jaringan fibrosa elastis, bentuk bundar dan cekung dari luar. Gendang telinga dibagi menjadi empat kwadran yaitu atas depan, atas belakang, bawah depan dan bawah belakang. Gendang telinga ini berfungsi menerima getaran suara dan meneruskannya pada tulang pendengaran dan juga berfungsi mengubah bunyi menjadi getaran. 2) Tulang-tulang pendengaran, yang terdiri dari maleus, inkus dan stapes. Rangkaian ketiga tulang kecil ini berfungsi mengantarkan getaran ke telinga dalam. 3) Cavum timpani, yang merupakan ruangan yang berhubungan dengan tulang mastoid, sehingga bila terjadi infeksi pada telinga tengah dapat menjalar menjadi mastoiditis. 4) Tuba eustachius, yang berfungsi menjaga keseimbangan tekanan udara dari luar tubuh dan udara di dalam telinga tengah.

- c. Telinga Dalam. Telinga dalam terdiri dari 3 bagian yaitu koklea (rumah siput), sistem vestibular, dan saraf auditori. Selanjutnya akan dijelaskan bagian-bagian dari telinga dalam sebagai berikut.
- 1) Koklea atau rumah siput. Koklea berisi cairan dan sel "rambut" yang sangat peka. Struktur yang berupa rambut halus ini bergetar ketika dirangsang oleh getaran bunyi.
 - 2) Sistem vestibular yang berisi sel yang mengendalikan keseimbangan.
 - 3) Saraf auditori. Saraf auditori menghubungkan koklea atau rumah siput ke otak.
2. Fisiologi Telinga

Telinga adalah salah satu panca indra manusia yang berfungsi sebagai indra pendengar. Di dalam proses pendengaran terdapat bagian-bagian organ telinga yang bekerja secara keseluruhan untuk membentuk suatu fungsi pendengaran. Proses pendengaran dimulai dari adanya gelombang suara yang sampai di telinga kita. Gelombang suara tersebut ditangkap oleh daun telinga yang kemudian melalui proses pendengaran oleh indra pendengar sampailah kepada suara yang kita dengar. Telinga manusia merupakan indra pendengar yang hanya mampu mendengarkan suara berfrekuensi antara 20-20.000 getaran per detik (Hertz/Hz). Frekuensi atau gelombang suara dibagi menjadi 3 yaitu infrasonik, akustik, dan ultrasonik. Telinga manusia hanya dapat mendengar suara akustik. Sedangkan frekuensi suara infrasonik ialah 1-20 Hz, serta frekuensi suara ultrasonik adalah lebih dari 20.000 Hz.

Fisiologi Pendengaran

Proses mendengar diawali dengan ditangkapnya energi bunyi oleh daun telinga dalam bentuk gelombang yang dialirkan melalui udara atau tulang ke koklea. Proses mendengar melalui tiga tahapan yaitu tahap pemindahan energi fisik berupa stimulus bunyi ke organ pendengaran, tahap konversi atau transduksi yaitu perubahan energi fisik stimulasi tersebut ke organ penerima dan tahap penghantaran impuls saraf ke kortek pendengaran.



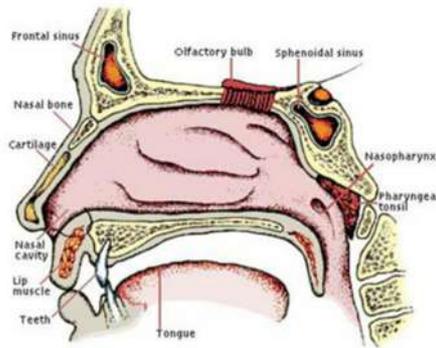
Gambar 11.6: Skema Mekanisme Pendengaran

11.4 Anatomi Dan Fisiologi Hidung

Hidung sebagai salah satu panca indra manusia memiliki fungsi sebagai indra pembau. Berikut ini akan dijelaskan tentang organ-organ penyusun indra hidung dan hubungannya antara satu dengan lainnya. Hidung merupakan organ penting yang seharusnya mendapat perhatian lebih dari biasanya dan hidung merupakan salah satu organ pelindung tubuh terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan. Hidung terdiri atas hidung luar dan hidung dalam. Hidung luar menonjol pada garis tengah diantara pipi dengan bibir atas, struktur hidung luar dapat dibedakan atas tiga bagian yaitu: paling atas kubah tulang yang tak dapat digerakkan, di bawahnya terdapat kubah kartilago yang sedikit dapat digerakkan dan yang paling bawah Adalah lobulus hidung yang mudah digerakkan.

1. Anatomi Hidung

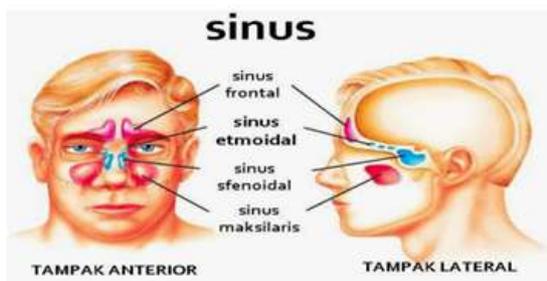
Hidung (nasal) merupakan salah satu organ tubuh yang berfungsi sebagai indra penciuman (pembau). Selain sebagai indra penciuman (pembau), hidung juga memiliki fungsi sebagai organ pernafasan. Bagian luar hidung berbentuk seperti piramida atau kerucut. Bagian-bagian hidung terdiri: a. pangkal hidung (bridge); b. batang hidung (dorsum nasi) yaitu dinding depan hidung yang terbentuk oleh ossa nasalis; c. cuping hidung yaitu bagian bawah dinding lateral hidung yang dibentuk oleh tulang rawan; d. septum nasi yang merupakan dinding yang membatasi dua rongga hidung; dan e. dinding lateral rongga hidung (kavum nasi).



Gambar 11.7: Anatomi Hidung

Di dalam hidung terdapat vestibulum berisi serabut-serabut halus untuk mencegah masuknya benda-benda asing yang mengganggu proses pernapasan. Selain itu, kegunaan serabut-serabut halus itu adalah untuk menyaring, menghangatkan dan melembabkan udara yang dihirup. Di sekeliling dinding sebelah dalam terdapat ruang-ruang udara di dalam tulangtulang kepala yang disebut sinus paranasalis yang terdiri dari:

- a. Sinus sfenoidalis terletak di belakang kranial hidung di dalam korpus sfenoidalis, bermuara ke rongga hidung bagian belakang;
- b. Sinus etmoidalis terletak dalam pars labirinitus ossis etmoidalis;
- c. Sinus frontalis terletak pada infundibulum meatus nasi media; dan
- d. Sinus maksilaris (antrum hiqmori) terletak pada dinding lateral hidung



Gambar 11.8: Sinus Paranasal

2. Persyarafan pada hidung

Bagian depan dan atas rongga hidung mendapat persarafan sensoris dari nervus etmoidalis anterior, yang merupakan cabang dari nervus nasosiliaris, yang berasal dari nervus oftalmikus. Saraf sensoris untuk hidung terutama berasal dari cabang oftalmikus dan cabang maksilaris nervus trigeminus. Cabang pertama nervus trigeminus yaitu nervus oftalmikus memberikan cabang nervus nasosiliaris yang kemudian bercabang lagi menjadi nervus etmoidalis anterior dan etmoidalis posterior dan nervus infratroklearis. Nervus etmoidalis anterior berjalan melewati lamina kribrosa bagian anterior dan memasuki hidung bersama arteri etmoidalis anterior melalui foramen etmoidalis anterior, dan disini terbagi lagi menjadi cabang nasalis internus medial dan lateral. Rongga hidung lainnya, sebagian besar mendapat persarafan sensoris dari nervus maksila melalui ganglion sfenopalatinum. Ganglion sfenopalatina, selain memberi persarafan sensoris, juga memberikan persarafan vasomotor atau otonom untuk mukosa hidung. Ganglion ini menerima serabut serabut sensorid dari nervus maksila. Serabut parasimpatis dari nervus petrosus profundus. Ganglion sfenopalatinum terletak dibelakang dan sedikit di atas ujung posterior konkha media Nervus Olfaktorius turun melalui lamina kribosa dari permukaan bawah bulbus olfaktorius dan kemudian berakhir pada sel-sel reseptor penghidu pada mukosa olfaktorius di daerah sepertiga atas hidung.

3. Fisiologi Hidung atau Mekanisme Pembau Hidung memiliki fungsi sebagai indra penciuman (pembau) karena di dalam hidung terdapat saraf-saraf olfaktori, yang memproses impuls atau rangsangan bau dalam bentuk gas untuk sampai ke otak.

4. Mekanisme Kerja Penciuman / Pembau

Reseptor Pembau adalah komoreseptor yang dirangsang oleh molekul –molekul larutan dalam cairan hidung. Reseptor pembau merupakan reseptor jauh (tele reseptor) karena lintasan pembauan tidak memiliki hubungan dalam thalamus dan tidak terdapat di daerah proyeksi pada neocortex penciuman

Membrana offactoria terletak pada bagian superior rongga hidung. Di bagian medial ia melipat keatas concana superior dan bahkan ada yang berada di concha media. Pada setiap rongga hidung membrana olfactoria mempunyai luas permukaan 2,4 cm. Organon olfacus terdapat di dataran medial concha nasalis superior dan pada dataran septumasi yang berhadapan dengan concha masalis superior. Saat seseorang menarik nafas maka sesibilirasa pembanya akan lebih kuat karena letak organon olfacus disebelah atasnya. Sensai pembauan tergantung pada konsentrasi penguapan, misalnya skatol (bau busuk pada facces) karena konsentrasinya pekat maka baunya busuk

Impuls –impuls bau dihantarkan oleh filum olfactetorium yang bersinopsis dengan cabang –cabang dendrit sel mitral dan disebut sinopsis glomerulus. Neurit sel mitral meninggalkan bulbus olfactorius untuk berjalan di dalam area medialis dan berakhir di dalam area. Pusat pembauan ada di uneus. Neurit –neurit sel mitral mempunyai cabang –cabang yang menuju ke sel glanuta akan mengadakan sinopso di sinopsi axomatis. Sebagian dari neurit –neurit sel mitral berjalan dalam strialate ralis dan berakhir dalam incus, sebagian dari neurit tersebut berjalan di dalam stria medialis dan berakhir di dalam area septialis

Jalannya impuls pembauan adalah sebagai berikut: Impuls –impuls bau dihantarkan oleh filum olfactorium yang bersinopsi dengan cabang –cabang dari dendrit sel mitral dan disebut siniopsis glomerulus. Neurit sel mitralmeninggalkan bulbus olfactorius untuk berjalan di dalam area medialis dan berakhir di dalam area. Pusat pembauan ada di incus. Neurit –neurit sel mitral berjalan dalam strialate ralis dan berakhir dalam incus.



Gambar 11.9: Saraf Pembau

11.5 Anatomi Dan Fisiologi Kulit

Kulit adalah organ terluar dari tubuh yang melapisi seluruh tubuh manusia. Pada permukaan luar kulit terdapat pori-pori (rongga) yang menjadi tempat keluarnya keringat. Kulit adalah organ yang memiliki banyak fungsi, antara lain adalah sebagai pelindung tubuh dari berbagai hal yang dapat membahayakan, sebagai alat indra peraba, sebagai salah satu organ yang berperan dalam ekskresi, dan juga pengatur suhu tubuh.

Secara garis besar kulit terbagi menjadi tiga (3) lapisan yang akan diuraikan berikut ini.

1. Epidermis

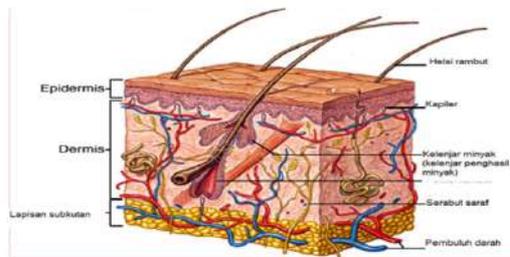
Di dalam lapisan epidermis terdapat lapisan sel keratinosit yang berperan aktif dalam regenerasi sel kulit dan sel pembentuk pigmen melamin. Melamin berfungsi dalam mewarnai kulit dan sebagai pelindung kulit dari sengatan matahari terutama sinar ultra violet.

2. Dermis

Pada lapisan dermis terdapat pembuluh darah, folikel rambut, kelenjar minyak (glandula sebacea), kelenjar keringat (glandula sudorifera), serabut saraf, dan lapisan lemak subkutans. Lapisan dermis ini mengandung banyak serat kolagen dan elastin. Kolagen dan elastin memberikan pengaruh besar terhadap elastisitas kulit. Bagian-bagian dermis memiliki fungsi sebagai berikut. a. Pembuluh darah berfungsi mentransfer kebutuhan oksigen dan nutrisi yang akan digunakan oleh jaringan epidermis dan dermis. Pembuluh darah merupakan bagian penting dalam sistem mengatur suhu tubuh. b. Kelenjar keringat menghasilkan keringat untuk membawa zat sisa atau senyawa hasil metabolisme keluar dari tubuh melalui pori-pori. Keringat yang keluar membawa sebagian panas tubuh. c. Folikel rambut merupakan tempat akar rambut, di mana rambut dapat tumbuh dan berwarna. Sedangkan warna rambut ditentukan oleh pigmen melanin. Rambut dapat tumbuh terus selama mendapat nutrisi dari pembuluh darah di sekitar folikel rambut. d. Kelenjar minyak berfungsi menghasilkan minyak untuk melumasi kulit dan rambut agar tidak kering.

3. Hipodermis

Lapisan hipodermis mengandung banyak lemak, lemak berfungsi sebagai cadangan makanan, berperan dalam melindungi tubuh dari berbagai pengaruh buruk lingkungan luar seperti benturan, tekanan sinar matahari, juga menjamin suhu tubuh selalu dalam kondisi normal.



Gambar 11.10. Penampang Kulit

Ujung saraf berselaput dan rangsangan Korpuskel pacini Tekanan Korpuskel ruffini Panas Korpuskelkrause Dingin Korpuskel meissner Sentuhan

Selain terdapat di daerah dermis, sel-sel peraba juga terdapat pada pangkal rambut. Sehingga bila rambut yang muncul di permukaan kulit tersentuh oleh suatu benda, sel-sel saraf akan terangsang.

1. Mekanisme kerja kulit

1. Rangsangan di kulit (misalnya, memegang air dingin, dicubit, disentuh dll) akan diterima oleh reseptor (penerima rangsangan) yang terletak di bawah permukaan.
2. Kemudian diteruskan ke saraf tepi (saraf di luar otak dan sumsum tulang belakang).
3. Lalu masuk ke dalam susunan saraf pusat di sumsum tulang belakang.
4. Kemudian stimulus diteruskan ke atas sampai ke thalamus (pusat penyebaran utama impuls-impuls sensoris yang berperan penting dalam memproses/ mengolah informasi sensorik ini).
5. Dari sini, stimulus dikirimkan ke pusat sensorik di otak besar (cerebral cortex), yang disebut korteks sensorik.

11.6 Anatomi Dan Fisiologi Lidah

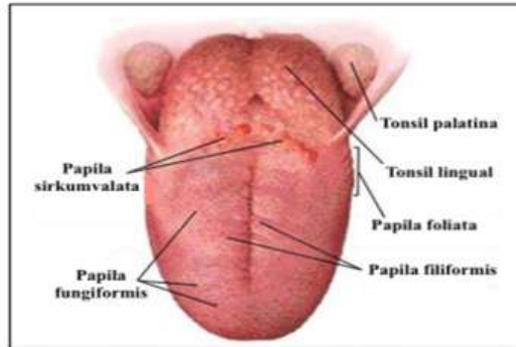
Lidah adalah indera pengecap yang terdiri dari apeks, korpus, dan radiks (basis lingua). Pada umumnya lidah memiliki beberapa fungsi yaitu membantu proses pengecap, memposisikan letak makanan ketika mastikasi, membantu penelanan, mendorong makanan ke dalam faring (pada waktu menelan), pembersihan mulut, dan memainkan peranan yang penting sebagai alat bantu dalam berbicara. Lidah sebagai indera pengecap dan perasa berfungsi untuk merasakan rasa dari makanan dan minuman yang masuk ke mulut. Permukaan atas lidah ditutupi oleh banyak papila yang mengandung taste buds.

Lidah merupakan salah satu indera pada tubuh manusia yang sangat sensitif atau peka dan memiliki fungsi sebagai pengecap rasa. Lidah merupakan indera perasa atau pengecap manusia yang berfungsi untuk membedakan bermacam-macam rasa. Rasa yang berbeda dapat dirasakan dibagian lidah yang berbeda-beda pula.

Secara garis besar lidah dibagi menjadi dua bagian yaitu: 2/3 bagian depan atau yang disebut dengan apek dan 1/3 bagian belakang atau yang disebut dengan dorsum.

1. Lidah Bagian Depan Lidah bagian depan sangat fleksibel, dan bekerja sama dengan gigi dalam pengucapan huruf-huruf. Selain itu fungsi lidah juga membantu untuk menggerakkan makanan ke segala arah saat sedang mengunyah. Pada lidah bagian depan terdapat saraf-saraf sensorik yang mendeteksi rasa manis.
2. Bagian Pangkal Lidah Bagian pangkal lidah juga penting untuk pengunyahan selain berfungsi adalah untuk mengangkat dan mendorong makanan memasuki esophagus. Pada bagian pangkal lidah terdapat saraf-saraf sensorik yang mendeteksi rasa pahit.
3. Frenulum Ini adalah bagian lidah yang berbentuk selapis tipis jaringan yang berguna untuk menghubungkan lidah ke dasar mulut.
4. Papila Lapisan pada permukaan lidah yang memiliki tonjolan-tonjolan.

Papila lidah terletak pada bagian dorsal lidah yang dikenal dengan istilah papila lingual. Papila lingual memberikan karakteristik berupa permukaan kasar pada bagian dorsal lidah dan tidak terdapat pada bagian ventral lidah. Papila terbagi menjadi empat yaitu papila filiformis, fungiformis, sirkumvalata, dan foliate.



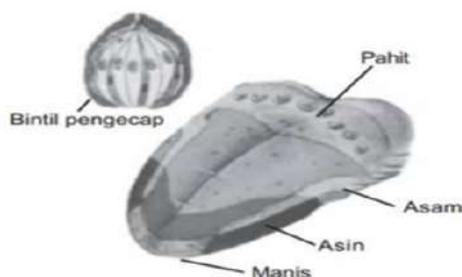
Gambar 11.11: Papila Lidah

Papila lidah terbagi menjadi empat jenis yaitu:

1. Papila filiformis. Papila ini merupakan papila yang terbanyak di lidah dan terdapat di atas seluruh permukaan lidah, umumnya tersusun dalam barisan-barisan sejajar dengan sulkus terminalis. Papila ini tidak mengandung taste buds. Papila filiformis memiliki bentuk seperti kerucut dan tingginya antara 2-3 mm. bagian tengahnya terdiri atas jaringan ikat lamina propria.
2. Papila fungiformis. Papila fungiformis tersebar diantara deretan papila filiformis dan jumlahnya semakin banyak ke arah apeks lidah. Bentuknya seperti jamur dengan tangkai pendek dengan bagian atas yang lebih lebar. Terdapat taste buds dalam jumlah sedikit di dalam epitel dengan jumlah lima taste buds per papila fungiformis dan terletak di puncak papila.
3. Papila sirkumvalata. Jumlah papila ini 10 sampai 14 papila dan terletak di sepanjang sulkus terminalis dan membentuk susunan seperti huruf V. Tiap papila menonjol sedikit di atas permukaan dan dibatasi oleh suatu saluran melingkar dengan banyak taste buds pada epitel dinding lateral. Papila sirkumvalata mengandung masing-masing 100 taste buds dan biasanya terletak pada sisi papila.
4. Papila foliata. Papila ini terletak pada bagian samping dan belakang lidah, berbentuk lipatan-lipatan mirip daun. Papila ini mengandung

banyak taste buds. Taste buds berada di dalam lekukan epitel yang terdapat pada lipatan

Bagian-bagian lidah yang sensitif terhadap beberapa rasa antara lain manis di bagian ujung depan, asam di bagian samping depan kanan dan kiri, asin di bagian samping belakang kanan dan kiri serta pahit di bagian belakang.



Gambar 11.12: Anatomi Lidah

Fisiologi Lidah

Lidah dapat merasakan lima jenis rasa yaitu rasa manis, asam, asin, pahit, dan umami. Setiap rasa dapat dirasakan secara merata pada seluruh dorsal lidah namun bagian tepi lidah lebih sensitif dibandingkan bagian tengah lidah karena mengandung banyak taste buds. Selain itu, pengecapan rasa lebih terkonsentrasi pada bagian lidah tertentu sesuai dengan jumlah reseptor untuk masing-masing rasa. Rasa manis lebih terkonsentrasi pada apeks lidah, rasa asam dan asin lebih terkonsentrasi pada tepi lidah, dan rasa pahit pada bagian posterior lidah.

Mekanisme Kerja Lidah

Makanan atau minuman yang telah berupa larutan di dalam mulut akan merangsang ujungujung saraf pengecap. Setelah itu rangsangan tersebut diteruskan ke pusat saraf pengecap di otak. Lalu otak menanggapi rangsang tersebut sehingga manusia dapat merasakan rasa makanan atau minuman tersebut.

Daftar Pustaka

- Ajul, K., Pranata, L., Daeli, N. E., & Sukistini, A. S. (2021). Pendampingan lansia dalam meningkatkan fungsi kognitif melalui permainan kartu remi. *JPMB: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Berkarakter*, 4(2), 195-198.
- Anderson, Paul D. (2008). *Anatomi & Fisiologi Tubuh Manusia*. Jakarta : EGC.
- Asmirajanti, M. (2020) *Modul Anatomi Fisiologi*, Universitas Esa Unggul. Jkarta: Universitas Esa Unggul.
- Bahrudin, M. (2012) *Neuroanatomi dan Aplikasi Klinis Diagnosis Topis*. 1st edn. Edited by J. Triwanto. Malang: UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Available at: <http://ummpress.umm.ac.id>.
- Bajpai, (1991), *Osteologi Tubuh Manusia*, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Betts, G. et al. (2013) *Anatomy & Physiology vol 2, Anatomy & Physiology*. Edited by R. J. Heyden. Texas: OpenStax. Available at: <http://cnx.org/content/col11496/latest/>.
- Black, J dan Hawks, J. (2014). *Keperawatan Medikal Bedah: Manajemen Klinis untuk Hasil yang Diharapkan*. Dialihbahasakan oleh Nampira R. Jakarta: Salemba Emban Patria.
- Bobak, I. M. et al. (2005) *Keperawatan Maternitas*. 4th edn. Jakarta: EGC.
- Brunner dan Suddarth. (2008). *Keperawatan Medikal Bedah Edisi 3* Jakarta: EGC
- Campbell, D. (2006). *Music : Physician For Times to Come*. 3 Edition. Wheaton: quest books. Elizabeth J. Corwin. 2009. *Buku SakuP atofisiologi Corwin*. Jakarta: Aditya Media
- Carpenito, Lynda Jual (1999). *Rencana Asuhan dan Dokumentasi Keperawatan*. Jakarta: EGC. *Penyakit*. Jakarta: EGC.

- Chairuddin Rasjad, (2012). Pengantar Ilmu Bedah Ortopedi. Jakarta: PT. Yarsif Watampone
- Chalik, Raimundus. (2016). Anatomi Fisiologi Manusia. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Depkes RI. (2000). Keperawatan Dasar Ruangan Jakarta.
- Evelyn C, (2010). Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis, cetakan 34 Jakarta: Gramedia pustaka utama.
- Furqonita, Deswaty. (2019). "Penuntun Praktikum Biomedik Dasar ". FIK UI Jakarta
- Ganong, W. F. (2003). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 22. Jakarta: EGC
- Ganong, W. F. (2008) Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. 22nd edn. Jakarta: EGC.
- Ganong, W.F. (2010). Review of Medical Physiology, Ganong's 23 edition. New York: The McGraw-Hill Companies.Inc
- Gerard Tortora, (2014), Principles of Anatomy and Physiology,.
- Grollman Sigmund, (1969), The human body it's structure and physiology, London, The Macmillan company, 2nd ed
- Gunstream Stanley, (2015), Anatomy and Physiology with Integrated Study.
- Guyton (1990) Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit. Edited by EGC. Jakarta: EGC.
- Guyton A.C, dan Hall, J.E. (2014). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 12. Penerjemah: Ermita I, Ibrahim I. Singapura: Elsevier
- Guyton, (1991), Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit, EGC, Jakarta.
- Guyton, A. C. and Hall, J. E. (2006) Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. 11th edn. Edited by I. Setiawan. Jakarta: EGC.
- Guyton, A.C., dan Hall, J.E. (2008). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 11. Jakarta: EGC
- Hamilton Bailey, (1992), Ilmu Bedah Gawat Darurat, 11 ed., Gajah Mada University Press, Jogjakarta.
- Hardika, B. D., & Pranata, L. (2019). Pendampingan senam lansia dalam meningkatkan kualitas tidur. Journal of Character education society, 2(2), 45-48.

- Himawan,S, (1990), Kumpulan Kuliah Patologi, FKUI, Jakarta.
- Hinkle, J. L. and Cheever, K. H. (2018) BRUNNER & SUDDARTH'S TEXTBOOK OF Medical-Surgical Nursing. 14th edn. Philadelphia: Wolters Kluwer Health.
- Ignatavicious, D. D. et al. (2018) Medical-Surgical Nursing: Concepts for Interprofessional Collaborative Care. Ninth Edit. Canada: Elsevier.
- Inayah, I. (2004) Asuhan Keperawatan Pada Klien dengan Gangguan Sistem Pencernaan. Jakarta: Salemba Medika.
- Irianto, K. (2017) Anatomi dan Fisiologi. Bandung: Alfabeta.
- Juanita J. Davis. (2016). Illustrated Guide to Medical Terminology, Secod Edition. Boston, USA: Cengage Learning.
- Junaidi, I, (2007). Osteoporosis - Seri Kesehatan Populer. Cetakan Kedua, Penerbit PT Bhuana Ilmu Populer.
- Junqueira LC, Carneiro J. (2007). Histologi Dasar Teks & Atlas. 10th ed. Jakarta: EGC.
- Khafinudin, Ahmad. (2012). Organ Pada Sistem Saraf. <http://khafinudin.files.wordpress.com/2012/03/sistem-saraf.pdf> diakses tanggal 21 Januari 2022
- Kharisma, Rima Zona. (2018). Modul Pembelajaran Praktikum Anatomi Fisiologi Manusia. Jakarta: Universitas Esa Unggul.
- Kirnantoro, H., & Maryana. (2021). Anatomi Fisiologi: Dasar-dasar Anatomi Fisiologi, Struktur dan Fungsi Sel Jaringan, Sistem Eksokrin, Anatomi Sistem Skeletal, Sendi, Jaringan Otot, Sistem. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Kozier (2010) Buku Ajar Fundamental Keperawatan: Konsep Proses dan Praktek. Jakarta: EGC.
- Kozier, Barbara, (2000), Fundamental of Nursing : Concepts, Prosess and Practice : Sixth edition, Menlo Park, Calofornia.
- Lilik Pranata. (2020a). Fisiologi 1. Universitas Katolik Musi Charitas. <http://eprints.ukmc.ac.id/5210/2/Daftar%20Isi.pdf>
- Lilik Pranata. (2020b). Fisiologi 2. Universitas Katolik Musi Charitas.

- Lutjen, Et al (2001) Atlas Foto Anatomi Struktur dan Fungsi Tubuh Manusia. Jakarta: EGC.
- Marie A. Moisió and EMER W. Moisió. (2014). Medical Terminology a Student Centered Approach. Boston, USA: Cengage Learning Medical Terminology Practice. California
- Marieb Elaine Nicpon. (2013), Human Anatomy and Physiology
- Marieb, E. N. and Keller, S. M. (2021) Essentials of Human Anatomy & Physiology Essentials. thirteenth. California: Pearson Education.
- McErlean, L. et al. (2011) Fundamental of Anatomy and Physiology For Student Nurses, Wiley-Blackwell. Edited by I. Peate and M. Nair. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Moore K.L., Dalley A.F., Agur A.M.R. (2010). Clinically oriented anatomy. 6th edition. Lippincott William and Wilkins. Amerika. 246-53. Jakarta: Erlangga
- Muttaqin, Arif, dan Kumala Sari. (2012). Asuhan Keperawatan Gangguan Sistem Perkemihan. Jakarta: Salemba Medika.
- Nega, assefa dan Tsige, Yosief. (2003). Human Anatomy And Physiology. American: the Ethiopia Public Health Training Initiative, The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.
- Nuari, Nian afrian dan Widayati. (2017). Gangguan Pada Sistem Perkemihan Dan Penatalaksanaan Keperawatan, 2017. Yogyakarta: Cv Budi Utama
- Nugrahaeni, Ardhina. (2020). Pengantar Anatomi Fisiologi Manusia. Yogyakarta: HEALTHY.
- Nugroho, Bunafit. (2013). Dasar Pemograman Web PHP – MySQL dengan Dreamweaver. Yogyakarta : Gava Media
- Nugroho, Setiyo Adi. (2021). Anatomi Fisiologi Sistem Endokrin. UNUJA: OSF Preprints.
- Odyá, E. & Norris, M., (2017). Anatomy & Physiology. 3 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Paulsen, F. and Waschke, J. (2015) Sobotta Atlas Anatomi Manusia. Edisi 23., EGC, Jakarta.

- Pearce, Evelyn C. (2021). *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Pearce, Evelyn Clare (2009), diterjemahkan oleh Handoyo, Sri Yuliani, "Anatomi Dan Fisiologi Untuk Paramedis", Google Books (edisi ke-33), Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Peate, I. and Nair, M. (2015) *Anatomy and physiology for nurses at a glance*. UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Peate, I. N. M. M. J. C. C. V. P. a. W. A., (2011). *Fundamentals of Anatomy and Physiology for Student Nurses*. 1 ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Perdana, Idola., & Satria Eureka. (2020). *Fisiologi Sistem Endokrin*. Kediri: UNIK Press.
- Potter, (2000), *Perry Guide to Basic Skill and Prosedur Dasar*, Edisi III, Alih bahasa Ester Monica, Penerbit buku kedokteran EGC.
- Pranata, L. (2018). Pengaruh Hijamah Terhadap Kadar Eritrosit Dan Hematokrit Darah Vena Orang Sehat. *Jurnal Kesehatan Saemakers PERDANA*, 1(2), 72-78.
- Pranata, L. (2018). Pengaruh Wet Cupping terhadap Kadar Hemoglobin Darah Vena Orang Sehat. *Sriwijaya Journal Of Medicine*, 1(3), 139-142.
- Pranata, L., & Suryani, K. (2017). Hubungan Sarapan Pagi Dengan Konsentrasi Belajar Pada Siswa SMA Kelas XI Di Kota Palembang. *Jurnal Kesehatan dan Pembangunan*, 7(14), 46-52.
- Pranata, L., Daeli, N. E., & Indaryati, S. (2019). Upaya Pencegahan Penyakit Diabetes Mellitus dan Komplikasinya di Kelurahan Talang Betutu Palembang. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Berkarakter*, 2(2), 173-179.
- Pranata, L., Fari, A. I., & Indaryati, S. (2021). The Effects of Brain Gym and Coloring Pictures on Cognitive Functions of the Elderly. *Media Karya Kesehatan*, 4(1).
- Pranata, L., Indaryati, S., & Fari, A. I. (2020). Pendampingan Lansia Dalam Meningkatkan Fungsi Kognitif Dengan Metode Senam Otak. *Madaniya*, 1(4), 172-176.

- Pranata, L., Indaryati, S., & Fari, A. I. (2020). Pendampingan Lansia Dalam Meningkatkan Fungsi Kognitif Dengan Metode Mewarnai gambar. JPMB: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Berkarakter, 3(2), 141-146.
- Pranata, L., Indaryati, S., & Fari, A. I. (2021). Rom Movement Training On Care Giver. JCES (Journal of Character Education Society), 4(1), 29-34.
- Pranata, L., Koernawan, D., & Daeli, N. E. (2019). Efektifitas Rom Terhadap Gerak Rentang Sendi Lansia. In Proceeding Seminar Nasional Keperawatan (Vol. 5, No. 1, pp. 110-117).
- Price, A. S. (1996) Konsep Klinik Proses-Proses Penyakit Jilid I & II. Jakarta: : EGC. Aragona, C., and Galactorrahea, et.al e. 1st edn. Jakarta: EGC.
- Reeves, Charlene, et al. (1999). Keperawatan Medikal Bedah, Alih bahasa Joko Setiyono, Edisi I. Jakarta: Salemba Medika.
- Rizzo C. Donald, (2015), Fundamentals of Anatomy and Physiology. Rodney Rhoades, David R Bell, 2013, Medical physiology principles for clinical medicine.
- Rodney Rhoades, David R Bell, (2013), Medical physiology principles for clinical medicine.
- Romli, Leo Yosdimiyati & Indrawati, Ucik. (2018). Modul pembelajaran KMB 2. Jombang: S1 Kep ICME
- Sabiston, (1994), Buku Ajar Bedah bagian 2, EGC, Jakarta.
- Sabiston, David C. (1995). Buku Ajar Bedah Sabiston's Essensials Surgery, Alih bahasa Petrus
- Saladin, (2003), Anatomy and Physiology The Unity of Form and Function.
- Saladin, K. S. (2018) Anatomy & Physiology: The Unity of Form and Function. New York: McGraw-Hill Education.
- Saladin, K. S. (2018) Anatomy Physiology The Unity of Form and Function 9th Ed by Kenneth S Saladin 2018. Ninth Edit. United States of Amerika: Mc Graw-Hill Education.
- Saladin, K. S., Gan, C. A. and Cushman, H. N. (2018) Anatomy & Physiology: The Unity of Form and Function. 8th edn. United States of America: McGraw-Hill Education.
- Sanders Tina, Scanlon Valerie, (2006), Essentials of Anatomy and Physiology.

- Scanlon, V. C. and Sanders, Ti. (2015) *ESSENTIALS OF ANATOMY AND PHYSIOLOGY*. 7th edn. Philadelphia: F. A. Davis Company.
- Seeley's, (2014), *Anatomy & Physiology*, Ed. Ke-10.
- Sherwood, L. (2001) *Fisiologi Manusia Dari Sel ke Sistem*. 2nd edn. Jakarta: EGC.
- Sherwood, L. (2014). *Fisiologi manusia : dari sel ke sistem*. Edisi 8. Jakarta: EGC
- Silbernagl, S. (2007) *Teks & Atlas Berwarna Patofisiologi*. Jakarta: EGC.
- Sloane, E. (2004) *Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula*. 1st edn. Edited by J. Veldman and P. Widyastuti. Jakarta: EGC.
- Sloane, E. (2012) *Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula*. Alih Bahasa: James Veldman. Edited by Palupi Widyastuti. Jakarta: EGC.
- Smeltzer, S. C., & Bare B. G. (2009). *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah Brunner & Suddarth*(Edisi 8 Volume 1). Jakarta: EGC
- Smith, M. E. and Morton, D. G. (2010) *SYSTEMS OF THE BODY The Digestive System B A S I C S C I E N C E A N D C L I N I C A L C O N D I T I O N S*. 2nd edn. UK: Elsevier Limited.
- Snell, R. S. and Fox, S. I. (2011) 'Human physiology—Textbook'.
- Sudoyo, Aru dkk. (2009). *Buku Ilmu Penyakit Dalam*. Jilid 3 Edisi 5. Jakarta : Internal Publishing. Lippincott dkk. 2011. *Nursing Memahami Berbagai Macam Penyakit*. Jakarta : PT Indeks.
- Sue Longenbaker, (2010), *Understanding Human Anatomy and Physiology* Ed. Ke-7.
- Syaifuddin (2002) *Anatomi dan Fisiologi untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: EGC.
- Syaifuddin (2009) *Fisiologi Tubuh Manusia Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: EGC.
- Syaifuddin (2016) *Anatomi Fisiologi Kurikulum Berbasis Kompetensi Untuk Keperawatan dan Kebidanan*. 4th edn. Jakarta: EGC.
- Syaifuddin. (2009). *Anatomi Tubuh Manusia Untuk Mahasiswa Keperawatan* (2nd ed.). Salemba Medika.

- Tambayong, J. (2001) *Anatomi dan Fisiologi Untuk Keperawatan*. Jakarta: EGC.
- Tisher, C. Craig, and Christopher S. Wilcox. (1997). *Gagal Ginjal Kronik*, dalam: *Buku Saku Nefrologi*, John C. Peterson. Ed: 3. Jakarta: EGC. 103-115.
- Tortora, G. J. and Derrickson, B. (2016) *Dasar Anatomi & Fisiologi : sistem organisasi, sistem penunjang & gerak, & sistem kontrol*, alih bahasa Huriawati Hartanto. Ed.13. Edited by M. Iskandar, R. Kusuma, and L. I. Mandra. Jakarta: EGC.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2014). *Principles Of Anatomy and Physiology* (14th ed., p. 400). Hoboken USA: Wiley.
- Tortora, Gerald J. and Derrickson, B. (2011) *Principles of Anatomy & Physiology: Maintenance and continuity of the Human Body*. 13th edn. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Tortora, Gerard J. and Derrickson, B. (2011) *Principles of Anatomy & Physiology: Organization, Support and Movement, and Control Systems of the Human Body*. 13th edn. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Waugh, A. and Grant, A. (2004) *Ross and Wilson Anatomy and Physiology in Health and Illness*. 9th edn. USA: Elsevier.
- Waugh, A. and Grant, A. (2017) *Ross dan Wilson Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi*. Indonesia. Edited by E. Nurachmah. Singapore: Elsevier.
- White, L., Duncan, G. and Baumle, W. (2013) *Medical-Surgical Nursing: An Integrated Approach*. 3rd edn. USA: Delmar, Cengage Learning.
- Widmaier, E. P., Raff, H. and Strang, K. T. (2019) *Vanders Human Physiology The Mechanisms of Body Function*. 15th edn. New York: McGraw-Hill Education.
- Williams, L. S. and Hopper, P. D. (2015) *UNDERSTANDING Medical Surgical Nursing*. 5th edn. Philadelphia: F.A. Davis Company.

Biodata Penulis



Ns. Ayuda Nia Agustina, M. Kep., Sp. Kep. An memiliki hobi jalan-jalan, diskusi dan menulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Ia lahir di Pringsewu, 19 September 1988. Pendidikannya dimulai dari TK Nurul Qalam Bekasi pada tahun 1993, setelah itu melanjutkan pendidikan ke SD Negeri 01 Talangpadang tahun 1994, SLTP Negeri 01 Talangpadang pada tahun 2000 dan SMA Negeri 01 Pringsewu pada tahun 2003. Penulis menyelesaikan program sarjana dan profesi di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia di tahun 2011. Tahun 2016, penulis lulus program studi Ners Spesialis Keperawatan Anak, Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia. Saat ini penulis merupakan dosen tetap di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Fatmawati sejak tahun 2011. Beberapa mata kuliah yang diampu penulis diantaranya: keperawatan anak, keperawatan dasar, dokumentasi keperawatan, dan etika keperawatan. Penulis juga pernah menjadi dosen tamu di Akademi Keperawatan Antariksa. Saat ini penulis diamanahkan umenjadi Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STIKes Fatmawati. dan Sekretaris Persatuan Perawat Nasional (PPNI) DPK Stikes Fatmawati. Selain mengajar, penulis juga aktif melakukan penelitian; menulis artikel ilmiah yang di publikasikan di jurnal ilmiah nasional, dan prosiding; menjadi pemakalah pada seminar nasional dan internasional; menulis buku referensi di yayasan kita menulis. Beberapa karya audio visual telah berhasil mendapatkan HAKI, diantaranya video pembelajaran praktik keterampilan pada mata kuliah keperawatan anak dan keperawatan dasar. Moto hidupnya adalah “Sebaik-baiknya manusia adalah yang memberikan manfaat”.

Tavip Dwi Wahyuni lahir di Malang, pada 20 Februari 1965. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Brawijaya Malang (S1) dan Universitas Sebelas Maret Surakarta (S2).



Budiono SKp M.Kes, Lahir di Kediri, 12 Juli 1969, Menyelesaikan Pendidikan S1 di PSIK – FK Unpad Th 1998, dan S2- Biomedik di Universitas Hasanuddin Th 2006. Bekerja sebagai Dosen Pengajar di Akper/STIKES Panakkukang Makassar 1994 – 2000, Poltekkes Kemenkes Kendari 2000 – 2016, Poltekkes Kemenkes Malang 2016 – sekarang



Lilik Pranata Lahir di Gedung Rejo, 1 Juli 1988, pendidikan s1 keperawatan di Stikes Perdhaki Charitas Palembang memperoleh gelar Sarjana keperawatan, dan mengambil profesi Ners di Stikes Binawan Jakarta, mengambil magister Fisiologi di Prodi Biomedik Universitas Sriwijaya. Saat ini bekerja sebagai dosen di Unika Musi Charitas Palembang, menjabat sebagai Ka.subid Penelitian Universitas 2015 hingga sekarang, dan karya yang di hasilkan berupa buku Pemeriksaan Fisik, Fisiologi 1, Fisiologi 2. Mengajar Ilmu dasar Keperawatan I & 2, Keperawatan Gerontik dan Manajemen keperawatan. saat ini menjadi Editor In Chief pada Jurnal Kesehatan Saelmakers PERDANA sinta 5, dan Editor Board jurnal keperawatan silampari sinta 3, telah mendapatkan sertifikat Ahli Ilmu Faal Olahraga (AIFO).



Ns. Dewi Damayanti, M.Kep, Sp.Kep.MB.WOC (ET) N lahir di Wonosobo, 28 Desember 1980. Lahir dari pasangan Drs. Subandi (Alm) dan Ibu Dra. Winarti Retnoningtyas. Riwayat Pendidikan Profesi Keperawatan, lulus D3 Keperawatan tahun 2000 di Akper Panca Bhakti Bpasienr Lampung . Lulus PSIK FK dan Profesi Ners di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Yogyakarta tahun 2004. Lulus Megister Ilmu Keperawatan dan Ners Spesialis Onkologi di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia Tahun 2016. Menyelesaikan

pendidikan Indonesian Enterostomal Terapi Nurse (ETNEP) yang diselenggarakan oleh World Council Enterostomal Therapy Nurse di Wo Care Center Bogor tahun 2019. Mulai tahun 2005 sampai dengan sekarang bekerja sebagai Staf Pengajar Mata Ajar Keperawatan Medikal Bedah dan Keperawatan gawat Darurat. Aktif melakukan penelitian dan menulis berbagai jurnal ilmiah mengenai asuhan keperawatan Onkologi, Wound, Stoma dan Continent. Aktif sebagai Trener, edukator dan pembicara seminar dan pelatihan seputar kanker, Wound, Stoma dan Continan



Ns. Ballsy Cicilia Albertina Pangkey, M. Kep.

Lahir di Lolah Dua 29 Maret 1992. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Sta. Maria Lolah pada tahun 2004, kemudian melanjutkan ke SMP St. Yohanes Don Bosco Tomohon dan tamat pada tahun 2007. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan ke SMA KARITAS Tomohon dan lulus pada tahun 2010. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang S1 Keperawatan dan Profesi Ners di UNIKA De La Salle Manado dan lulus pada tahun 2015. Penulis

melanjutkan pendidikan Magister Keperawatan jurusan Keperawatan Medikal Bedah di STIK Sint Carolus Jakarta dan lulus pada tahun 2019.

Penulis memulai karirnya sebagai seorang dosen di Universitas Pembangunan Indonesia Manado pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan karirnya sebagai perawat pelaksana di RS. Sint Carolus Jakarta sejak tahun 2016- 2017. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap di Universitas Pelita Harapan dan mengampuh mata kuliah Principles of Basic Nursing, Fundamental of Nursing Assessment dan Medical Surgical Nursing. Selain itu penulis menjadi pembimbing program profesi pada stase Keperawatan Dasar Profesi, Keperawatan Paliatif, Keperawatan Elektif, serta Keperawatan Gadar dan Kritis.



Indrawati lahir di Gowa, pada 30 Juni 1979. Riwayat Pendidikan: Lulusan Akper Depkes Tidung Makassar tahun 2000, Pendidikan S1 dan Profesi Ners pada PSIK FK Universitas Hasanuddin tahun 2004, Meraih gelar Magister Kesehatan Biomedik Konsentrasi Emergency and Disaster Management di Universitas Hasanuddin tahun 2012. Saat ini bekerja sebagai Dosen tetap Program Studi Keperawatan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Sulawesi Barat

sejak tahun 2015.



Mukhoirotin, S. Kep., Ns., M. Kep., lahir di Jombang, 28 Maret 1978. Lulus Studi Program Diploma Keperawatan di AKPER Darul Ulum Jombang tahun 1998, Sarjana Keperawatan dan Profesi Ners Universitas Airlangga Surabaya tahun 2007. Selanjutnya pada tahun 2012 melanjutkan ke Program Pascasarjana Magister Keperawatan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta lulus tahun 2014.

Pada tahun 2000 sampai sekarang menjadi tenaga pendidik di Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum (UNIPDU) Jombang, tahun 2007 s.d 2009 menjabat sebagai Kepala Departemen Ilmu Keperawatan Maternitas Program Studi Sarjana Ilmu Keperawatan FIK Unipdu, tahun 2010 s.d 2014 menjadi staf logistik dan Maintenance Laboratorium FIK Unipdu, tahun 2010 s.d 2012 menjadi Sekretaris Prodi Profesi Ners dan tahun 2015 sampai sekarang menjadi Sekretaris bidang Akademik Program Studi Sarjana Ilmu Keperawatan FIK Unipdu Jombang.

Buku yang pernah diterbitkan oleh penulis berjudul Pendidikan Kesehatan Persalinan (2017) dan DISMENOREA: Cara Mudah Mengatasi Nyeri Haid (2018). Selain itu juga penulis telah menulis sepuluh buku kolaborasi dan menulis artikel di jurnal nasional maupun internasional.



Zuliani, S.Kep.Ns., M.Kep., lahir di Jombang, 16 Agustus 1989. Lulus Studi Program Ilmu Keperawatan di Universitas Pesantren Tinggi Darul ‘Ulum Jombang tahun 2011, kemudian melanjutkan Program Pascasarjana Magister Keperawatan Universitas Airlangga lulus tahun 2018. Perempuan yang kerap di sapa Zuli ini anak ke tiga dari empat bersaudara, pada tahun 2012 sampai sekarang menjadi tenaga pendidik di Universitas Pesantren Tinggi darul ‘Ulum.



Zulfa Khusniyah, S. Kep., Ns., M. Kep., M.PdI lahir di Kediri, 26 Juni 1976. Lulus Studi Program Diploma Keperawatan di AKPER Darul Ulum Jombang tahun 1996, Sarjana Keperawatan dan Profesi Ners Universitas Airlangga Surabaya tahun 2006, Magister Pendidikan Islam di Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum Jombang tahun 2010, Selanjutnya melanjutkan ke Program Pascasarjana Magister Keperawatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta lulus tahun 2019.

Pada tahun 1996 sampai sekarang menjadi tenaga pendidik di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum (UNIPDU) Jombang dibidang Keperawatan Dasar dan Manajemen Keperawatan.



Naya Ernawati adalah lulusan dari Program Sarjana dan Magister Keperawatan Fakultas Keperawatan Universitas Airlangga Surabaya pada tahun 2017. Saat ini adalah dosen tetap di Poltekkes Kemenkes Malang yang mengampu mata kuliah dasar dan manajemen. Aktif menulis buku, artikel nasional dan international, dan menjadi narasumber dalam pelatihan dan seminar manajemen keperawatan di rumah sakit.

ANATOMI FISIOLOGI



Anatomi dan Fisiologi merupakan salah satu mata kuliah yang berat bagi mahasiswa Keperawatan. Mata kuliah ini merupakan salah satu mata kuliah wajib yang menunjang keilmuan dalam bidang Kesehatan. Walaupun mahasiswa Keperawatan tidak mendapatkan mata kuliah ini dengan jumlah kredit semester yang banyak, tetapi mata kuliah ini menjadi salah satu mata kuliah yang mendasar untuk memahami kesehatan manusia. Hal ini menjadikan mata kuliah Anatomi dan Fisiologi menjadi penting sebagai prasyarat untuk mata kuliah lain.

Buku ini terdiri dari 11 bab , yaitu:

- Bab 1 Konsep Anatomi Dan Fisiologi Tubuh
- Bab 2 Anatomi Fisiologi Sistem Muskuloskeletal
- Bab 3 Sistem Pernafasan
- Bab 4 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Kardiovaskular
- Bab 5 Anatomi Fisiologi Sistem Persyarafan
- Bab 6 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Endokrin
- Bab 7 Anatomi Fisiologi Sistem Pencernaan
- Bab 8 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Reproduksi
- Bab 9 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Perkemihan
- Bab 10 Anatomi Fisiologi Sistem Integumen
- Bab 11 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Panca Indera



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

ISBN 978-623-342-405-9



9 786233 424059