

ANATOMI DAN FISILOGI TUBUH MANUSIA

Penulis :

**Muliana GH, Agung Setiyadi, Halisah Suriani,
Rosnancy R. Sinaga, Sapti Puspitarini, Hida Arliani,
Wira Daramatasia, Dewi Rahmawati, Mustikawati,
I Gede Purnawinadi**

ANATOMI DAN FISILOGI TUBUH MANUSIA

**Muliana GH
Agung Setiyadi
Halisah Suriani
Rosnancy R. Sinaga
Sapti Puspitarini
Hida Arliani
Wira Daramatasia
Dewi Rahmawati
Mustikawati
I Gede Purnawinadi**



GET PRESS INDONESIA

ANATOMI DAN FISILOGI TUBUH MANUSIA

Penulis :

Muliana GH
Agung Setiyadi
Halisah Suriani
Rosnancy R. Sinaga
Sapti Puspitarini
Hida Arliani
Wira Daramatasia
Dewi Rahmawati
Mustikawati
I Gede Purnawinadi

ISBN : 978-623-198-584-2

Editor : Dr. Neila Sulung, N.S., S.Pd., M.Kes.

Penyunting: Dr. Oktavianis, M.Biomed.

Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat
website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, 13 Agustus 2023

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

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia dapat diselesaikan dengan baik atas kerjasama tim penulis. Buku ini berisikan tentang pengantar anatomi fisiologi manusia, sistem integumen pada manusia, sistem rangka pada manusia, sistem otot pada manusia, sistem pencernaan, sistem pernapasan pada manusia, sistem ekskresi pada manusia, sistem sirkulasi pada manusia, serta organ indera pada manusia.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah dipahami.

Padang, 13 Agustus 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 PENGANTAR ANATOMI FISILOGI MANUSIA	1
1.1 Pendahuluan Anatomi Fisiologi	1
1.2 Terminologi Struktur Tubuh	3
1.2.1 Bidang Sectio Tubuh.....	4
1.2.2 Posisi Anatomis Tubuh	5
1.2.3 Rongga Tubuh	8
1.2.4 Regio Abdomen Pelvis.....	9
1.3 Tingkat Struktural Organisasi Tubuh	12
DAFTAR PUSTAKA.....	14
BAB 2 SISTEM INTEGUMEN PADA MANUSIA	15
2.1 Pendahuluan	15
2.2 Konsep Sistem Integumen	16
2.2.1 Kulit.....	17
2.2.2 Rambut.....	21
2.2.3 Kuku.....	22
2.2.4 Kelenjar	24
DAFTAR PUSTAKA.....	26
BAB 3 SISTEM RANGKA PADA MANUSIA	27
3.1 Pendahuluan	27
3.2 Rangka	27
DAFTAR PUSTAKA.....	43
BAB 4 SISTEM OTOT PADA MANUSIA.....	45
4.1 Pendahuluan	45
4.2 Fungsi Sistem Otot	45
4.3 Struktur Sistem Otot.....	47
4.4 Klasifikasi jaringan dan Jenis otot.....	49
4.4.1 Otot Polos.....	49
4.4.2 Otot Lurik/Rangka	50
4.4.3 Otot Jantung	51
4.4 Sifat Kerja Otot.....	53
4.4.1 Fleksi dan Ekstensi	53
4.4.2 Abduksi dan Aduksi.....	53
4.4.3 Pronasi dan Supinasi.....	53
4.4.4 Depresi dan Elevasi.....	53
4.4.5 Inversi dan Eversi.....	53
4.5 Otot Kerangka	54

4.5.1 Otot bagian kepala.....	54
4.5.2 Otot Leher	56
4.5.3 Otot Lengan	58
4.5.4 Otot Punggung	59
4.5.5 Otot Dada dan Perut	60
4.5.6 Otot Tungkai Atas	62
4.5.7 Otot Tungkai Bawah	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65
BAB 5 SISTEM PENCERNAAN	67
5.1 Pendahuluan	67
5.2 Proses pada Sistem Pencernaan	68
5.3 Organ-organ Utama dalam Sistem Pencernaan	70
5.3.1 Mulut	70
5.3.2 Faring	71
5.3.3 Esofagus	71
5.3.4 Lambung.....	72
5.3.5 Usus kecil.....	72
5.3.6 Usus besar /Kolon	73
5.3.7 Rektum	74
5.3.8 Anus	74
5.4 Organ-organ Pendukung dalam Sistem Pencernaan	75
5.4.1 Gigi	75
5.4.2 Lidah.....	76
5.4.3 Kelenjar Saliva	77
5.4.4 Hepar.....	78
5.4.5 Kantong Empedu	78
5.4.6 Pankreas	79
5.5 Mikrobiota Pencernaan.....	79
5.6 Gangguan Sistem Pencernaan	80
DAFTAR PUSTAKA.....	82
BAB 6 SISTEM PERNAPASAN PADA MANUSIA.....	85
6.1 Pendahuluan	85
6.2 Anatomi Sistem Pernapasan	86
6.2.1 Tulang-Tulang Dada	86
6.2.2 Otot-otot Bantu Pernapasan	87
6.2.3 Saluran Udara.....	88
6.3 Fisiologi Sistem Pernapasan	90
6.4 Mekanisme Sistem Pernapasan	91
DAFTAR PUSTAKA.....	94
BAB 7 SISTEM SIKULASI PADA MANUSIA	95
7.1 Pendahuluan	95
7.2 Anatomi Sistem Sirkulasi	96
7.2.1 Ruang Jantung	98
7.2.2 Katup Jantung.....	99

7.2.3 Vaskularisasi Jantung.....	100
7.2.4 Inervasi Jantung	101
7.3 Fisiologi Sistem Sirkulasi	102
7.3.1 Sistem Konduksi Jantung	103
7.3.2 Sistem Sirkulasi Peredaran Darah	104
7.3.3 Siklus Jantung.....	106
7.3.4 Suara Jantung	108
7.3.4 Tekanan Darah.....	110
7.3.5 Pertukaran Gas di Jantung.....	111
DAFTAR PUSTAKA.....	113
BAB 8 SISTEM EKSRESI PADA MANUSIA	115
8.1 Pendahuluan	115
8.2 Anatomi Fisiologi Sistem Ekskresi.....	116
8.2.1. Anatomi Ginjal.....	116
8.2.2 Anatomi Ureter	119
8.2.3. Anatomi Kandung Kemih (Vesika Urinaria).....	121
8.2.4. Struktur Anatomi Uretra	123
8.3. Fisiologi Sistem Ekskresi.....	124
8.3.1. Proses Pembentukan Urin	124
8.3.2. Proses Berkemih (Miksi).....	129
8.3.3. Regulasi Ekskresi Elektrolit	130
8.3.4 Regulasi Ekskresi Air	131
8.3.5. Autoregulasi Tekanan Darah.....	132
8.3.6 Pembentukan Sel Darah Merah.....	133
8.3.7 Proses Sintesis Vitamin D	134
8.3.8 Mekanisme Ginjal dalam Pengaturan Keseimbangan Asam Basa.....	134
DAFTAR PUSTAKA.....	135
BAB 9 SISTEM PERSARAFAN.....	137
9.1 Bagaimana Sistem saraf bekerja???	138
9.2 Apa saja Fungsi Persarafan	138
9.3 Sistem Saraf Pusat	142
9.4 Sistem Saraf Tepi / Periferial Nervus System.....	152
BAB 10 ORGAN INDERA PADA MANUSIA	157
10.1 Pendahuluan	157
10.2 Organ Mata.....	158
10.2.1 Anatomi Mata.....	158
10.2.2 Fisiologi Mata.....	160
10.3 Organ Hidung.....	161
10.3.1 Anatomi Hidung.....	161
10.3.2 Fisiologi Hidung	163
10.4 Organ Telinga.....	164
10.4.1 Anatomi Telinga	164
10.4.2 Fisiologi Telinga.....	165

10.5 Organ Lidah	167
10.5.1 Anatomi Lidah	167
10.5.2 Fisiologi Lidah	168
10.6 Organ Kulit.....	169
10.6.1 Anatomi Kulit.....	170
10.6.2 Fisiologi Kulit.....	172
DAFTAR PUSTAKA.....	174
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Potongan dan arah tubuh	5
Gambar 1.2. Posisi anatomis tubuh	7
Gambar 1.3 Rongga tubuh dorsal dan ventral	7
Gambar 1.4. Anterior rongga abdomen pelvis.....	10
Gambar 1.5. Struktur organisasi tubuh.....	13
Gambar 2.1 Anatomi Struktur Kulit.....	17
Gambar 2.2. Anatomi Struktur Kuku.....	23
Gambar 3.1. Bagian Depan dan Belakang Kerangka Manusia	30
Gambar 3.2. Tampilan Tulang Tengkorak	32
Gambar 3.3. Tulang Dada	33
Gambar 3.4. Tulang Belakang.....	34
Gambar 3.5. Tulang Belikat dan Tulang Selangka.....	36
Gambar 3.6. Tulang Lengan Bagian depan dan Belakang.....	37
Gambar 3.7. Tulang Hasta dan Pengumpil	38
Gambar 3.8. Tampak depan tulang tangan kiri	39
Gambar 3.9. Tulang Panggul Tampak Depan	39
Gambar 3.10. Tulang Paha Bagian Depan dan Belakang.....	40
Gambar 3.11. Tampak Samping Tulang Kaki	41
Gambar 3.12. Tulang Kering dan Betis.....	41
Gambar 3.13. Tulang Kaki Bagian Depan.....	42
Gambar 4.1 Struktur otot	47
Gambar 4.2. Otot polos	49
Gambar 4.4. Otot Jantung	51
Gambar 5.1 Organ utama sistem Pencernaan	75
Gambar 6.1. Sistem Pernapasan Manusia	86
Gambar 6.2. Tulang Dada	87
Gambar 6.3. Otot Interkostal	88
Gambar 6.4. Proses inhalasi dan exhalasi	92
Gambar 7.1. Permukaan anterior cor (jantung), (tulisan berwarna hijau menunjukkan ruang jantung dan warna biru menunjukkan katup jantung.)	99
Gambar 7.2. Vaskularisasi cor (jantung).....	101
Gambar 7.3. Inervasi cor (jantung).....	102
Gambar 7.4. Sistem konduksi Jantung.....	104
Gambar 7.5. Skema sirkulasi Sistemik dan Pulmonal (merah = darah teroksigenasi/oxygenated blood; biru = darah terdeoksigenasi/deoxygenated blood).	106
Gambar 7.6. Siklus jantung: A) sistol dan B) diastolik	108
Gambar 7.7. Letak dan Posisi Auskultasi Katup Jantung.....	109
Gambar 8.1. Struktur Anatomi Renal Manusia	118
Gambar 8.2. Struktur Anatomi Lapisan Renal Manusia.....	119

Gambar 8.3. Struktur Anatomi Ureter	121
Gambar 8.4. Struktur Anatomi Bladder (Vesika Urinaria).....	123
Gambar 8.5. Struktur Anatomi Uretra	124
Gambar 8.6. Alur Proses Pembentukan Urin.....	127
Gambar 8.7. Regulasi Tekanan Darah yang Diperantarai RAA System.....	133
Gambar 8.8. Proses Pembentukan Eritrosit	134
Gambar 9.1. Anatomi neuron	140
Gambar 9.2. Neuroglia.....	141
Gambar 9.3. Lapisan Meninges	143
Gambar 9.4. Otak.....	143
Gambar 9.5. Otak dengan bagian-bagiannya.....	145
Gambar 9.6. Penampang melintang sumsum tulang belakang	147
Gambar 9.7. Mekanisme refleks	149
Gambar 10.1. Anatomi Mata	159
Gambar 10.2. Anatomi Hidung	161
Gambar 10.3. Anatomi Telinga	164
Gambar 10.4. Anatomi Lidah.....	167
Gambar 10.5. Anatomi Kulit.....	171

BAB 1

PENGANTAR ANATOMI FISILOGI

MANUSIA

Oleh Muliana GH

1.1 Pendahuluan Anatomi Fisiologi

Ilmu anatomi dan ilmu fisiologi merupakan dua cabang ilmu dasar yang digunakan untuk memahami dan mengkaji bagian-bagian tubuh serta fungsi-fungsinya. Anatomi berasal dari bahasa Yunani, yakni 'ana' dan 'tome' yang artinya memisahkan atau memotong. Anatomi atau ilmu urai, membahas tentang struktur-struktur tubuh serta hubungan bagian-bagian struktur tubuh tersebut satu dengan yang lainnya. Terdapat beberapa istilah yang berkaitan dengan anatomi, yakni :

1. Anatomi regional

Anatomi regional membahas tentang letak geografis bagian tubuh. Misalnya tungkai, lengan, dada, kepala, serta sejumlah susunan atau struktur yang didapati pada regional tubuh. Struktur tersebut meliputi otot, tulang, saraf, pembuluh darah, dan struktur lainnya. Dasar penelaahan tersebut memperlihatkan sejumlah sistem jaringan yang berbeda-beda ditemukan pada suatu struktur regional.

2. Anatomi fungsional

Anatomi fungsional berkaitan erat dengan ilmu faal (fisiologi).

3. Anatomi makroskopis

Anatomi makroskopis adalah ilmu tentang struktur tubuh yang dibahas dan dipelajari melalui kegiatan observasi atau pembedahan dengan mata telanjang, tanpa mikroskop.

4. Anatomi mikroskopis

Anatomi mikroskopis adalah ilmu tentang struktur tubuh yang dibahas dan dipelajari melalui kegiatan observasi yang menggunakan mikroskop. Yakni anatomi sel-sel tubuh, atau histologi bagian-bagian tubuh manusia. Anatomi mikroskopis menggunakan alat mikroskop cahaya, dengan perbesaran 1.000 hingga 2.000 kali.

5. Anatomi ultraskopik

Anatomi ultraskopik adalah ilmu tentang struktur tubuh yang dipelajari dengan menggunakan mikroskop elektron. Struktur yang dikaji adalah sel-sel tubuh manusia, menggunakan mikroskop elektron dengan perbesaran lebih dari 1.000.000 kali

6. Anatomi radiografi

Anatomi radiografi adalah ilmu tentang struktur tubuh yang dipelajari dengan menggunakan bantuan sinar X, atau bisa juga menggunakan teknik penyinaran lainnya.

Anatomi adalah ilmu tentang struktur tubuh, baik itu struktur internal maupun eksternal, dan bagaimana mereka saling berinteraksi. Ini mencakup studi tentang organ, jaringan, sistem, dan bagian-bagian tubuh lainnya, serta hubungan antara mereka. Ilmu anatomi sangat penting untuk memahami bagaimana tubuh bekerja dan berfungsi secara normal, serta untuk memahami masalah kesehatan dan penyakit. Dalam ilmu kedokteran, anatomi sering kali diajarkan bersama dengan fisiologi, yaitu studi tentang fungsi tubuh. Keduanya sangat terkait dan saling melengkapi, karena untuk memahami fungsi tubuh, kita harus memahami struktur tubuh yang terlibat dalam fungsi tersebut.

Fisiologi adalah ilmu yang membahas tentang fungsi tubuh yang hidup, serta bagaimana tubuh beradaptasi dan merespons terhadap lingkungan eksternal dan internal. Fisiologi mencakup studi tentang proses biologis dan kimia di dalam tubuh, seperti bagaimana sel-sel bekerja, bagaimana sinyal saraf ditransmisikan, dan bagaimana organ-organ bekerja bersama untuk menjaga homeostasis atau keseimbangan dalam tubuh. Ilmu fisiologi juga melibatkan studi tentang bagaimana sistem tubuh bereaksi terhadap stres dan perubahan lingkungan, serta bagaimana proses fisiologis dapat mempengaruhi kesehatan dan penyakit. Contohnya, studi fisiologi dapat membantu kita memahami bagaimana sistem imun bereaksi terhadap infeksi, bagaimana sistem saraf mempengaruhi kesehatan mental, dan bagaimana proses metabolisme memainkan peran penting dalam obesitas dan penyakit metabolik lainnya. Bidang khusus tentang fisiologi misalnya kardiologi yang membahas tentang fungsi-fungsi jantung, atau neurofisiologi yang mengkaji tentang cara kerja saraf serta fungsi-fungsi saraf tubuh.

Ilmu anatomi dan fisiologi sering diajarkan bersama-sama. Hal ini karena dalam memahami fungsi tubuh, kita juga harus memahami struktur tubuh yang terkait dalam fungsi tersebut. Kedua disiplin ilmu ini sangat penting dalam pemahaman terhadap kesehatan dan penyakit, dan membantu kita dalam menjelaskan mengapa dan bagaimana tubuh merespons terhadap berbagai kondisi.

1.2 Terminologi Struktur Tubuh

Terminologi struktur tubuh adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan bagian-bagian tubuh yang berbeda. Terminologi, posisi arah anatomis bidang tubuh

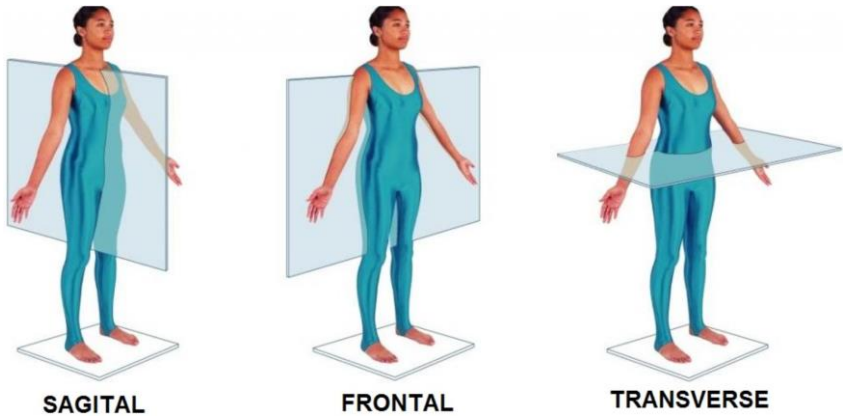
yang akan dibahas meliputi bidang sectio tubuh, posisi anatomis tubuh, rongga tubuh, serta regio abdomen pelvis.

1.2.1 Bidang Sectio Tubuh

Bidang sectio tubuh adalah bidang imajiner yang menembus tubuh untuk memudahkan penunjukan bagian-bagian tubuh. Bidang sectio tubuh merujuk pada tiga bidang imajiner yang membagi tubuh manusia menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Ketiga bidang ini membantu dalam mempelajari anatomi dan posisi tubuh manusia. Ketiga bidang tersebut adalah:

- a) Bidang sagital, yakni bidang imajiner yang membagi tubuh manusia menjadi dua bagian yang sama-sama kiri dan kanan. Bidang sagital dapat dibayangkan sebagai memotong tubuh manusia menjadi dua bagian dari atas ke bawah.
- b) Bidang frontal (koronal), yakni bidang imajiner yang membagi tubuh manusia menjadi dua bagian yang sama-sama depan dan belakang. Bidang frontal dapat dibayangkan sebagai memotong tubuh manusia menjadi dua bagian dari samping ke samping.
- c) Bidang transversal (horizontal), yakni bidang imajiner yang membagi tubuh manusia menjadi dua bagian yang sama-sama atas dan bawah. Bidang transversal dapat dibayangkan sebagai memotong tubuh manusia menjadi dua bagian dari arah horizontal.

Pemahaman tentang bidang atau seksio tubuh sangat penting dalam bidang medis dan ilmu biologi, karena membantu untuk menjelaskan lokasi dan hubungan antara berbagai struktur tubuh manusia. Dibawah ini adalah gambar bidang sectio tubuh manusia yang terdiri dari bidang sagital, bidang frontal, dan bidang transversal.



Gambar 1.1. Potongan dan arah tubuh
(Sumber : apki.or.id)

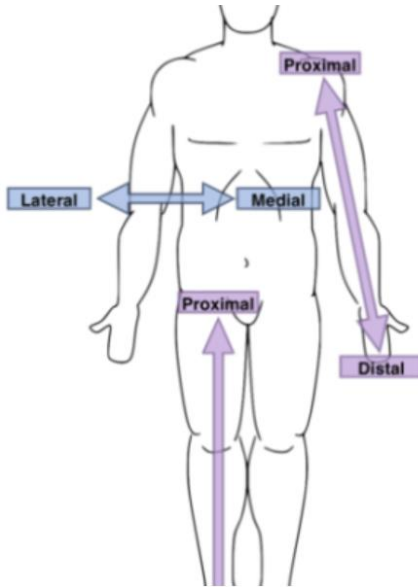
1.2.2 Posisi Anatomis Tubuh

Terminologi dan arah posisi tubuh adalah bahasa yang digunakan untuk menjelaskan posisi tubuh manusia atau bagian tubuh tertentu dalam hubungannya dengan posisi lainnya. Beberapa terminologi dan arah posisi tubuh yang umum digunakan antara lain:

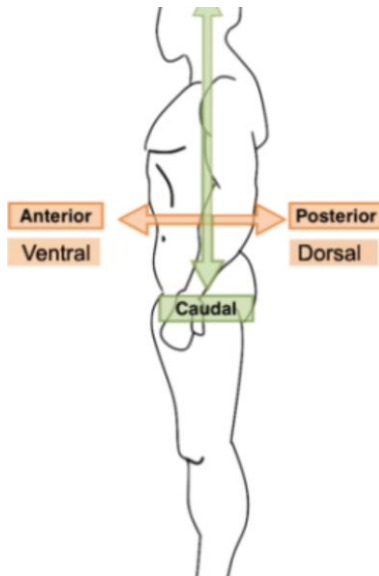
- a) Anterior. Bagian anterior adalah bagian tubuh yang mengacu pada posisi di depan tubuh.
- b) Posterior. Bagian posterior adalah bagian tubuh yang mengacu pada posisi di belakang tubuh.
- c) Superior. Bagian superior adalah bagian tubuh yang mengacu pada posisi yang lebih tinggi, atau lebih dekat ke kepala.
- d) Inferior. Bagian inferior adalah bagian tubuh yang mengacu pada posisi yang lebih rendah, atau lebih jauh dari kepala.
- e) Medial. Bagian medial adalah bagian tubuh yang mengacu pada posisi di tengah tubuh atau di dekat garis tengah.

- f) Lateral. Bagian lateral adalah bagian tubuh yang mengacu pada posisi di sisi tubuh atau jauh dari garis tengah.
- g) Proksimal. Bagian proksimal adalah bagian tubuh yang mengacu pada posisi di dekat titik awal atau pusat tubuh.
- h) Distal. Bagian distal adalah bagian tubuh yang mengacu pada posisi di jauh dari titik awal atau pusat tubuh.
- i) Superfisial. Superfisial artinya bagian tubuh manapun yang mengacu pada posisi yang dekat dengan permukaan tubuh.
- j) Deep. Deep artinya dalam, atau dikenal dengan istilah internal. Bagian tubuh deep artinya bagian tubuh yang mengacu pada posisi yang jauh dari permukaan tubuh. Misalnya usus halus yang letaknya jauh lebih ke dalam tubuh dibandingkan dengan otot-otot tubuh atau kulit tubuh.

Manfaat memahami terminologi dan arah posisi tubuh, yakni membantu untuk menjelaskan lokasi dan hubungan antara berbagai bagian tubuh manusia. Terminologi dan arah posisi tubuh sangat penting dalam bidang medis dan ilmu biologi. Dibawah ini adalah gambar posisi anatomis tubuh, serta bagian dorsal dan ventral tubuh manusia.



Gambar 1.2. Posisi anatomis tubuh
(Sumber : themelower.com)



Gambar 1.3 Rongga tubuh dorsal dan ventral
(Sumber : themelower.com)

1.2.3 Rongga Tubuh

Tubuh memiliki rongga dalam. Rongga dalam pada bagian aksial (sumbu tubuh), berisi organ-organ visera internal. Terdapat dua rongga utama pada bagian aksial tubuh manusia, yakni rongga dorsal dan rongga ventral.

a) Rongga tubuh dorsal. Rongga tubuh dorsal terletak pada bagian dorsal (posterior). Rongga tubuh dorsal dibedakan menjadi rongga kranial serta rongga spinal.

- 1) Rongga kranial berisi tulang, serta dikelilingi oleh tulang.
- 2) Rongga spinal atau vertebral, berisi medulla spinal. Rongga spinal/vertebral tersusun atas tulang-tulang belakang.

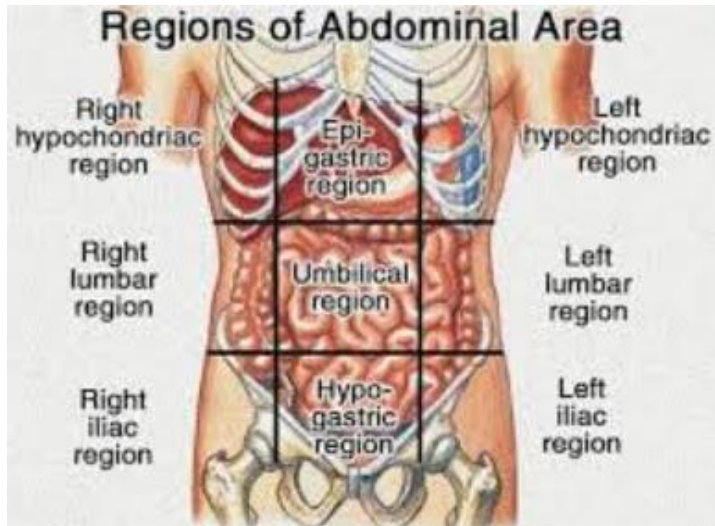
b) Rongga tubuh ventral. Rongga tubuh ventral terletak di bagian anterior tubuh manusia. Rongga tubuh ventral dibedakan menjadi rongga thoraks, rongga abdominopelvis, dan rongga kecil tambahan dibagian kepala. Rongga thoraks dan rongga abdominopelvis ini saling berhubungan dan dipisahkan oleh diafragma, yaitu otot melintang yang memisahkan rongga dada dan perut. Rongga tubuh dorsal dan ventral memiliki peran penting dalam fungsi tubuh manusia.

- 1) Pada rongga thoraks, rongga dada dibagi menjadi rongga pleural kanan dan rongga pleural kiri, juga mediastinum. Rongga thoraks atau dada adalah rongga tubuh dorsal yang terletak di atas rongga perut dan di bawah leher. Rongga thoraks terdiri dari rongga pleura (membran yang melapisi paru-paru), jantung, pembuluh darah besar, dan trakea. Rongga thoraks dilindungi oleh tulang rusuk dan tulang dada, dan terbuka di bagian atas untuk memungkinkan udara masuk ke paru-paru.

- 2) Rongga abdominopelvis adalah rongga tubuh ventral yang terletak di bawah rongga thoraks dan di atas tungkai. Rongga abdominopelvis terdiri dari rongga perut dan rongga panggul. Rongga perut melindungi lambung, usus, hati, pankreas, dan ginjal, sedangkan rongga panggul melindungi organ reproduksi, kandung kemih, usus besar, dan rektum. Rongga abdominopelvis dilindungi oleh tulang panggul dan terbuka di bagian bawah untuk memungkinkan pembuangan urin dan tinja.
- 3) Rongga kecil tambahan di bagian kepala. Rongga tubuh kecil tambahan di bagian kepala meliputi rongga hidung, mulut, tenggorokan, dan telinga. Rongga hidung berfungsi untuk memfilter dan memanaskan udara yang masuk ke paru-paru, sedangkan mulut berfungsi untuk memasukkan makanan dan minuman. Tenggorokan adalah rongga yang menghubungkan hidung dan mulut ke saluran pernapasan dan saluran pencernaan. Rongga telinga terdiri dari telinga bagian luar, tengah, dan dalam, dan berfungsi untuk mendeteksi dan mengirimkan suara ke otak.

1.2.4 Regio Abdomen Pelvis

Terdapat sembilan regio abdomen pelvis, yang digunakan dalam studi anatomi tubuh manusia sebagai rujukan struktur tubuh serta organ-organ internal lainnya. Sembilan regio tersebut adalah regio hipokondrium kanan, regio hipokondrium kiri, regio epigastrium, regio lumbal kanan dan kiri, regio umbilikus, regio inguinalis kanan dan kiri, serta regio hipogastrium. Sembilan regio abdomen pelvis dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.4. Anterior rongga abdomen pelvis

(Sumber : tentiran.id)

Berikut ini penjelasan dari masing-masing regio abdomen pelvis :

- a) Regio Umbilikalis. Regio umbilikalis terletak di sekitar umbilikus atau pusar. Regio umbilikalis mencakup sebagian dari usus kecil, pembuluh darah dan saraf di sekitar pusar, serta otot-otot perut seperti otot rektus abdominis.
- b) Regio Epigastrium. Regio epigastrium terletak di atas regio umbilikalis dan di bawah tulang dada. Regio epigastrium mencakup sebagian dari hati, lambung, pankreas, dan diafragma, serta otot-otot perut seperti otot rektus abdominis dan otot obliquus abdominis.
- c) Regio Hipogastrium. Regio hipogastrium terletak di bawah regio umbilikalis dan di atas tulang kemaluan. Regio hipogastrium mencakup sebagian dari kandung kemih, usus besar, dan organ-organ reproduksi seperti uterus dan ovarium pada wanita, serta prostata pada pria.

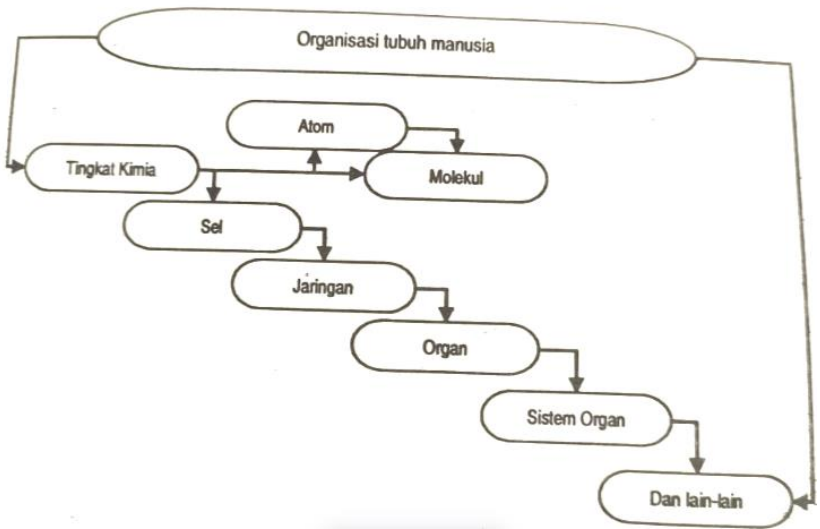
- d) **Regio Hipokondrium.** Rongga hipokondrium adalah salah satu dari sembilan regio abdomen dan terletak di bagian atas abdomen, tepat di bawah tulang rusuk yang membentuk sudut yang mengarah ke bawah dan ke dalam. Rongga hipokondrium dibagi menjadi dua wilayah, yaitu hipokondrium kanan dan hipokondrium kiri, tergantung pada letak tulang rusuk yang memberikan pembatas antara keduanya. Regio hipokondrium terletak di kedua sisi abdomen di bawah tulang rusuk. Hipokondrium kanan mengandung organ-organ seperti hati, kantung empedu, dan bagian dari usus halus. Sedangkan hipokondrium kiri mengandung organ-organ seperti limpa, bagian dari lambung, dan bagian dari usus besar. Regio hipokondrium mencakup sebagian dari hati, ginjal, dan limpa, serta otot-otot perut seperti otot rektus abdominis dan otot obliquus abdominis.
- e) **Regio Lumbal.** Regio lumbal terletak di kedua sisi tulang belakang di antara tulang rusuk dan tulang pinggul. Regio lumbal mencakup sebagian dari ginjal, usus besar, dan otot-otot punggung seperti otot erector spinae dan otot quadratus lumborum.
- f) **Regio Inguinalis.** Regio inguinalis terletak di bawah regio hipogastrium dan di atas paha. Regio inguinalis mencakup sebagian dari usus besar, organ-organ reproduksi seperti testis pada pria dan ligamen rahim pada wanita, serta otot-otot panggul seperti otot iliopsoas dan otot adductor. Regio inguinalis juga merupakan tempat terjadinya hernia, yaitu suatu kondisi di mana organ tubuh mendorong keluar dari tempatnya yang semestinya dan terjebak di antara lapisan-lapisan jaringan yang membentuk perut atau panggul.

Masing-masing regio memiliki fungsi dan struktur yang berbeda, dan masing-masing memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan dan fungsi normal dari organ dan jaringan di dalamnya.

1.3 Tingkat Struktural Organisasi Tubuh

Organisasi tingkat struktural organisasi tubuh adalah hierarki dari struktur-struktur yang membentuk tubuh manusia, dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks. Ada lima tingkat struktural organisasi tubuh, yaitu tingkat kimia, tingkat sel, tingkat jaringan, tingkat organ, dan tingkat sistem organ.

Tingkat struktural organisasi tubuh tingkat kimia, yakni terdiri dari molekul-molekul yang membentuk sel, seperti protein, karbohidrat, lipid, dan asam nukleat. Pada tingkat sel, terdiri dari sel-sel yang memiliki struktur dan fungsi yang sama, seperti sel otot, sel tulang, dan sel saraf. Struktur seluler terdiri dari komponen-komponen sel berupa protoplasma, nukleus, mitokondria, ribosom, lisosom, retikulum endoplasma, sitoplasma, dan komponen sel lainnya. Pada tingkat jaringan, membahas tentang jaringan tubuh terdiri dari kumpulan sel-sel yang memiliki fungsi yang sama, seperti jaringan otot, jaringan tulang, dan jaringan saraf. Pada tingkat organ, dikaji mengenai organ terdiri dari kumpulan jaringan yang bekerja bersama untuk melakukan fungsi yang kompleks. Contoh tingkat organ yakni jantung, paru-paru, hati, mata, ginjal, dan sebagainya. Sedangkan pada tingkat sistem organ, membahas tentang sistem organ yang terdiri dari beberapa organ yang bekerja bersama untuk melakukan fungsi-fungsi tertentu dalam tubuh, seperti sistem pencernaan, sistem pernapasan, sistem saraf, dan sistem kardiovaskular.



Gambar 1.5. Struktur organisasi tubuh

(Sumber : Setiadi, 2007)

Sistem-sistem organ yang menyusun tubuh manusia membentuk suatu sistem kerjasama yang berkaitan erat antara satu sistem tubuh dengan sistem tubuh lainnya. Sistem-sistem organ tersebut diantaranya sistem integumen, sistem rangka, sistem otot, sistem pencernaan, sistem pernafasan, sistem sirkulasi, sistem ekskresi, sistem reproduksi, sistem saraf, sistem endokrin, dan organ-organ indera pada tubuh manusia,

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A, Jane B Reece, dan Lawrence G Mitchell. (2004). *Biologi Edisi Kelima Jilid 3*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dafriani, Putri. (2019). *Buku Ajar Anatomi & Fisiologi untuk Mahasiswa Kesehatan*. CV Berkah Prima, Padang.
- Kimbal, John W, H. Siti Soetarmi Tjitrosomo, dan Nawangsari Sugiri. (1988). *Biologi Edisi Kelima Jilid 2*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Norris, Maggie dan Donna Rae Siegfried. (2011). *Anatomy & Physiology For Dummies, 2nd Edition*. Wiley Publishing, Indiana.
- Parker, Steve. (2007). *Ensiklopedia Tubuh Manusia*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Pearce, Evelyn C. (2011). *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Peate, Ian dan Muralitharan Nair. (2015). *Anatomy and Physiology for Nurses*. Wiley & Sons, Ltd, UK.
- Setiadi. (2007). *Anatomi dan Fisiologi Manusia*. Graha Ilmu, Yogyakarta.

BAB 2

SISTEM INTEGUMEN PADA MANUSIA

Oleh Agung Setiyadi

2.1 Pendahuluan

Sistem integumen pada manusia merupakan sistem organ yang penting karena melindungi tubuh dari lingkungan luar, termasuk dari kerusakan akibat sinar matahari, infeksi, dan cedera fisik. Sistem ini terdiri dari kulit, rambut, kuku, dan kelenjar, dan memiliki fungsi yang beragam untuk menjaga kesehatan tubuh secara keseluruhan (Proksch et al, 2008).

Kulit, sebagai bagian utama dari sistem integumen, memiliki peran penting sebagai penghalang utama antara tubuh dan lingkungan luar. Kulit terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu epidermis, dermis, dan hipodermis. Epidermis adalah lapisan terluar yang berfungsi sebagai penghalang pertama dan melindungi tubuh dari lingkungan luar. Dermis, lapisan tengah kulit, mengandung pembuluh darah, kelenjar keringat, dan kelenjar minyak, yang berperan dalam mempertahankan suhu tubuh dan membantu mengeluarkan zat-zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh. Hipodermis, lapisan terdalam kulit, berperan dalam menyimpan lemak dan mempertahankan suhu tubuh (Proksch et al, 2008).

Rambut juga merupakan bagian dari sistem integumen yang penting. Rambut adalah struktur filamen yang tumbuh dari folikel rambut di dalam kulit. Fungsi utama rambut adalah melindungi kulit kepala dari sinar matahari, mengatur

suhu tubuh, dan memberikan perlindungan dari cedera fisik (Sinclair, 2018).

Kuku juga merupakan bagian dari sistem integumen yang penting. Kuku adalah bagian keras yang terdapat pada ujung jari tangan dan kaki. Kuku berfungsi sebagai perlindungan bagi ujung jari dan membantu dalam kegiatan seperti memegang, memotong, dan mengambil benda-benda kecil (Madan et al, 2010).

Dalam bab ini, kita akan membahas lebih lanjut tentang struktur dan fungsi kulit, rambut, dan kuku dalam sistem integumen pada manusia.

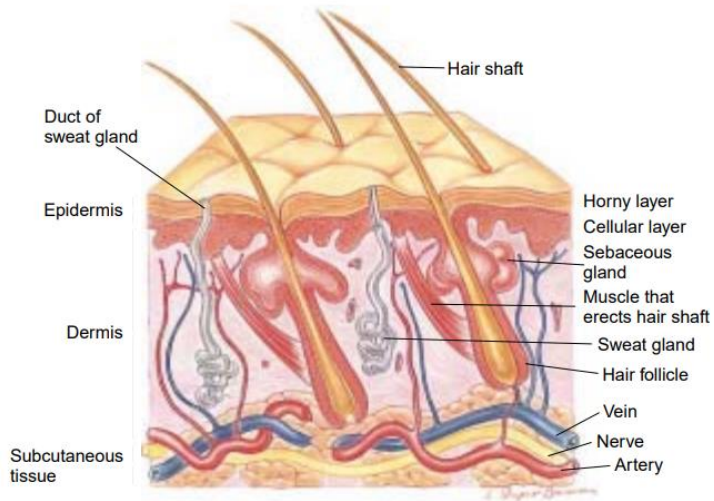
2.2 Konsep Sistem Integumen

Sistem integumen pada manusia meliputi kulit, rambut, kuku, kelenjar keringat, kelenjar minyak, dan kelenjar susu. Kulit merupakan bagian terluar dari sistem integumen dan terdiri dari tiga lapisan utama: epidermis, dermis, dan hipodermis. Rambut dan kuku adalah struktur yang tumbuh dari kulit dan memberikan perlindungan tambahan bagi kulit. Kelenjar keringat, kelenjar minyak, dan kelenjar susu adalah kelenjar yang terletak di dalam kulit dan memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan air dan suhu tubuh (Tortora, 2017).

Sebagai sistem organ tubuh terbesar, kulit sangat diperlukan untuk kehidupan manusia. Kulit membentuk pembatas antara organ-organ internal dan lingkungan eksternal dan berpartisipasi dalam banyak fungsi tubuh yang vital. Kulit bersebelahan dengan selaput lendir pada bukaan luar sistem pencernaan, pernapasan, dan urogenital. Karena kelainan kulit mudah terlihat, keluhan dermatologis biasanya merupakan alasan utama bagi pasien untuk mencari perawatan kesehatan (Bare & Smeltzer, 2006).

2.2.1 Kulit

Kulit manusia adalah organ terluar yang melindungi tubuh dari kerusakan fisik, paparan lingkungan, serta berperan dalam pengaturan suhu tubuh dan respon imun. Kulit terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu epidermis, dermis, dan hipodermis, yang memiliki struktur dan fungsi yang berbeda. Pengetahuan yang komprehensif mengenai konsep struktur kulit manusia sangat penting untuk memahami peran dan fungsi setiap lapisan dalam menjaga kesehatan kulit dan tubuh manusia.



Gambar 2.1 Anatomi Struktur Kulit

(Sumber : Brunner and Suddarth's Textbook of Medical-Surgical Nursing)

1. Epidermis

Epidermis adalah lapisan terluar kulit yang merupakan lapisan paling tipis, tetapi memiliki fungsi penting dalam melindungi tubuh dari paparan lingkungan, mengatur pengaturan air, dan melibatkan dalam pembentukan pigmen kulit. Epidermis terdiri

dari beberapa lapis sel, termasuk sel-sel kulit yang mati yang terus tergantikan oleh sel-sel baru dari lapisan basal (Madison, 2017).

Epidermis, lapisan terluar kulit, relatif tipis, berkisar mulai dari 0,05 mm pada kelopak mata hingga 0,1 mm pada telapak kaki. Tidak ada struktur limfatik atau pembuluh darah di epidermis. Hal ini didukung oleh sirkulasi pasif dari dermis. Epidermis dibagi menjadi 5 lapisan yang berbeda namun saling terkait. Dua dari lapisan tersebut adalah stratum korneum (lapisan permukaan) dan stratum germinativum (lapisan terdalam, lapisan basal). Sebagian besar sel epitel adalah keratinosit (90%). Sel-sel yang tersisa adalah melanosit, sel Langerhans, dan sel Merkel (Harding, M. dkk, 2019).

Keratinosit terbentuk di lapisan basal. Awalnya, mereka tidak berdiferensiasi dan berbentuk seperti kolom. Saat mereka matang (keratinisasi), mereka bergerak ke permukaan, di mana mereka mendarat dan mati untuk membentuk lapisan kulit luar (stratum korneum). Keratinosit membuat protein berserat, keratin, yang sangat penting untuk fungsi pelindung kulit. Pergerakan keratinosit ke atas dari lapisan basal ke lapisan terluar stratum korneum membutuhkan waktu sekitar 14 hari. Keratinosit tetap berada di sana selama 14 hari lagi, sehingga epidermis dapat beregenerasi setiap 28 hari. Dengan demikian, setiap bulan Anda memiliki lapisan kulit yang baru (Harding, M. dkk, 2019).

Melanosit ditemukan di lapisan basal yang dalam. Melanosit mengandung melanin, pigmen yang memberi warna pada kulit dan rambut serta melindungi tubuh dari sinar ultraviolet (UV) yang merusak. Sinar matahari dan hormon merangsang melanosom (di dalam melanosit) untuk meningkatkan produksi

melanin. Orang-orang dari semua ras memiliki jumlah melanosit yang sama. Pada kulit yang lebih gelap, melanosom lebih besar dan lebih banyak, sehingga menghasilkan lebih banyak melanin. Ini meningkatkan melanin membentuk perisai matahari alami untuk kulit gelap dan menghasilkan menurunkan insiden kanker kulit. Distribusi melanosit bervariasi dari satu area tubuh ke area lainnya. Sebagai contoh, wajah memiliki lebih banyak melanosit daripada perut. Sel Langerhans adalah jenis sel dendritik. Sel ini merupakan sel imunokompeten yang mengenali antigen. Ketika jumlahnya menipis, kulit tidak dapat memulai respon imun (Harding, M. dkk, 2019).

Sel-sel Langerhans pada cangkang kulit rekayasa hayati telah dihilangkan untuk mencegah penolakan cangkang. Pada penyakit kulit seperti psoriasis dan sarkoidosis, terjadi penurunan jumlah sel Langerhans. Merkel sel ditemukan di lapisan basal dan terlibat dalam sensasi sentuhan ringan. Kita menggunakannya saat merasakan tekstur suatu benda dan mencari tahu apa itu (Harding, M. dkk, 2019).

Zona membran basal berada di antara epidermis dan dermis. Struktur ini menyediakan (1) pertukaran cairan antara epidermis dan dermis dan (2) dukungan struktural untuk epidermis. Membran basal membantu mengamankan kedua lapisan tersebut. Peradangan dan pemisahan lapisan epidermis dan dermis menghasilkan lepuh yang terlihat dengan masalah seperti luka bakar, ketebalan penuh luka, dan trauma mekanis (Harding, M. dkk, 2019).

2. Dermis

Dermis terletak di bawah epidermis dan merupakan lapisan tengah kulit. Dermis terdiri dari jaringan ikat yang kuat dan fleksibel, mengandung pembuluh darah, saraf, serta kelenjar keringat dan

kelenjar sebaceous. Dermis berperan dalam memberikan dukungan struktural pada kulit, mengatur suhu tubuh, serta berperan dalam sensasi dan persepsi kulit (Montagna, 2019).

Dermis adalah jaringan ikat di bawah epidermis. Dermal ketebalannya berkisar dari 0,3 mm pada kelopak mata hingga 3,0 mm di bagian belakang. Dermis sangat vaskular, mengandung banyak pembuluh darah. Dermis juga mengandung saraf, pembuluh limfatik, folikel rambut, kelenjar sebacea, dan sel-sel khusus seperti sel mast dan makrofag yang melindungi tubuh dari rangsangan eksternal (Harding, M. dkk, 2019).

Dermis terbuat dari 3 jenis jaringan ikat: kolagen, serat elastis, dan serat retikuler. Kolagen merupakan bagian terbesar dari dermis. Kolagen memberikan ketangguhan dan kekuatan pada kulit. Jenis sel utama dalam dermis adalah fibroblast, yang membuat kolagen dan elastin. Kolagen sangat penting dalam penyembuhan luka (Harding, M. dkk, 2019).

Dermis memiliki 2 lapisan: lapisan papiler tipis bagian atas dan lapisan yang lebih dalam, lapisan retikuler yang lebih tebal. Lapisan papiler tersusun secara sembarangan tonjolan, atau papila, yang meluas ke lapisan epidermis luar. Ini tonjolan permukaan yang ditinggikan ini membentuk sidik jari dan jejak kaki. Retikuler Lapisan retikuler membentuk sebagian besar dermis. Ini terdiri dari kolagen tebal yang tersusun sejajar dengan permukaan kulit (Harding, M. dkk, 2019).

3. Hipodermis

Hipodermis, juga dikenal sebagai jaringan subkutan, terletak di bawah dermis dan merupakan lapisan paling dalam kulit. Hipodermis terdiri dari lapisan jaringan lemak yang berfungsi sebagai cadangan

energi, isolasi panas, dan melibatkan dalam penyerapan obat-obatan (Montagna, 2019).

2.2.2 Rambut

Rambut manusia adalah salah satu elemen penting dari sistem integumen, yang melibatkan kulit, rambut, dan kelenjar sebaceous yang terletak di dalam folikel rambut. Rambut memiliki struktur yang kompleks dan beragam fungsi, termasuk melindungi kulit kepala, mengatur suhu tubuh, serta berperan dalam aspek sosial dan estetika manusia. Pemahaman yang mendalam tentang konsep struktur rambut manusia sangat penting untuk memahami peran dan fungsinya dalam kesehatan dan kesejahteraan manusia.

1. Struktur Rambut

Rambut terdiri dari batang rambut yang terlihat di atas permukaan kulit dan akar rambut yang tertanam di dalam folikel rambut di dalam kulit. Batang rambut terdiri dari tiga lapisan, yaitu kutikula (lapisan luar yang melapisi batang rambut), korteks (lapisan tengah yang memberikan kekuatan dan warna pada rambut), dan medula (lapisan dalam yang berisi sumsum rambut) (Robbins, 2012).

Warna rambut dipasok oleh berbagai jumlah melanin di dalamnya batang rambut. Rambut beruban atau putih mencerminkan hilangnya pigmen (Bare & Smeltzer, 2006).

2. Folikel Rambut

Rambut tumbuh di dalam rongga yang disebut folikel rambut. Proliferasi sel dalam umbi rambut menyebabkan rambut terbentuk. Folikel rambut mengalami siklus pertumbuhan dan istirahat. Tingkat pertumbuhan bervariasi, pertumbuhan jenggot adalah yang paling cepat, diikuti oleh rambut kulit kepala,

ketiak, paha, dan alis. Pertumbuhan atau anagen fase pertumbuhan dapat berlangsung hingga 6 tahun untuk rambut kulit kepala, sedangkan fase telogen atau fase istirahat berlangsung selama kurang lebih 4 bulan. Selama telogen, rambut rontok dari tubuh. Folikel rambut mendaur ulang ke fase pertumbuhan secara spontan, atau dapat diinduksi dengan mencabut rambut. Rambut yang tumbuh dan beristirahat dapat ditemukan berdampingan di semua bagian tubuh. Sekitar 90% dari 100.000 folikel rambut pada kulit kepala normal berada dalam fase pertumbuhan pada satu waktu, dan 50 hingga 100 rambut kulit kepala rontok setiap hari (Bare & Smeltzer, 2006).

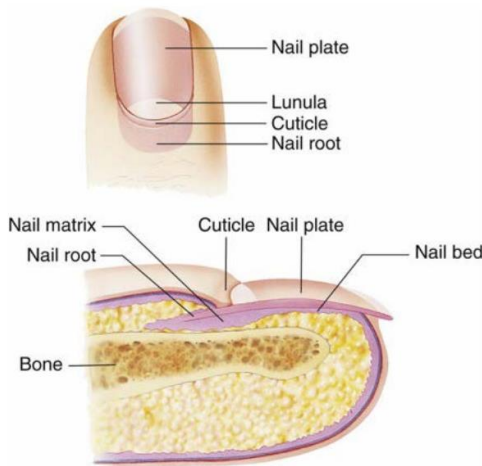
3. Fungsi Rambut

Rambut di berbagai bagian tubuh memiliki fungsi yang berbeda. Rambut pada mata (yaitu alis dan bulu mata), hidung, dan telinga menyaring debu, serangga, dan kotoran yang terbawa udara. Rambut pada kulit menyediakan isolasi termal pada hewan tingkat rendah. Fungsi ini ditingkatkan selama kedinginan atau ketakutan dengan piloereksi (yaitu, rambut berdiri tegak), yang disebabkan oleh kontraksi otot-otot erektor kecil yang melekat pada folikel rambut. Respons piloerektor yang terjadi pada manusia mungkin bersifat vestigial (yaitu, belum sempurna) (Bare & Smeltzer, 2006).

2.2.3 Kuku

Kuku manusia adalah bagian penting dari sistem integumen yang melibatkan kulit dan kuku. Kuku memiliki struktur yang khas dan beragam fungsi, termasuk melindungi ujung jari, membantu dalam aktivitas sehari-hari, serta memberikan informasi tentang kesehatan dan kualitas hidup seseorang. Pemahaman yang komprehensif tentang konsep

struktur kuku manusia sangat penting untuk memahami peran dan fungsinya dalam kesehatan manusia.



Gambar 2.2. Anatomi Struktur Kuku

(Sumber : Lewis's Medical Surgical Nursing: Assessment and Management of Clinical Problems, 11th Edition)

Pada permukaan punggung jari tangan dan kaki, terdapat lapisan keratin yang keras dan transparan, yang disebut kuku, melapisi kulit. Kuku tumbuh dari akarnya, yang terletak di bawah lipatan tipis kulit yang disebut kutikula. Kuku melindungi jari tangan dan kaki dengan menjaga fungsi sensorik yang sangat berkembang, seperti untuk mengambil benda-benda kecil benda.

Pertumbuhan kuku terus berlanjut sepanjang hidup, dengan rata-rata pertumbuhan 0,1 mm setiap hari. Pertumbuhan kuku jari tangan lebih cepat daripada kuku jari kaki dan cenderung melambat seiring dengan bertambahnya usia. Pembaharuan kuku jari tangan membutuhkan waktu sekitar 170 hari, sedangkan pembaharuan kuku jari kaki membutuhkan waktu 12 hingga 18 bulan (Bare & Smeltzer, 2006).

Kuku manusia terdiri dari beberapa komponen struktural. Bagian utama dari kuku adalah plat kuku yang merupakan bagian keras yang terlihat di permukaan kulit. Plat kuku terdiri dari kutikula (lapisan yang melindungi pangkal kuku), lunula (bagian putih berbentuk setengah lingkaran di pangkal kuku), dan bagian bebas (ujung kuku yang terlihat). Di bawah plat kuku terdapat daerah kuku yang terletak di dalam kulit dan menghasilkan plat kuku yang terlihat (Bologna, 2018).

2.2.4 Kelenjar

Kelenjar merupakan komponen penting dalam sistem integumen manusia. Kelenjar-kelenjar ini berperan dalam menghasilkan berbagai sekresi yang berfungsi untuk melindungi, melembabkan, dan merawat kulit serta berperan dalam regulasi suhu tubuh. Pemahaman yang komprehensif tentang konsep struktur kelenjar manusia sangat penting untuk memahami peran dan fungsinya dalam menjaga kesehatan kulit dan integumen manusia.

1. Kelenjar Keringat

Kelenjar keringat adalah jenis kelenjar yang terdapat di seluruh permukaan kulit manusia. Kelenjar keringat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kelenjar keringat ekrin dan apokrin. Kelenjar keringat ekrin merupakan kelenjar keringat yang paling melimpah di kulit manusia, terutama di daerah telapak tangan, telapak kaki, dan dahi. Kelenjar keringat apokrin terdapat di daerah ketiak, daerah genital, dan sekitar puting susu pada payudara (Goldsmith et al., 2019).

2. Kelenjar Sebacea

Kelenjar sebacea mengeluarkan sebum, yang dikosongkan ke dalam folikel rambut. Sebum membuat kulit kedap air dan melumasi kulit serta meningkatkan

penyerapan zat-zat yang larut dalam lemak. Sebum bersifat bakteristatik dan fungistatik. Kelenjar ini bergantung pada hormon seks, terutama testosteron, untuk mengatur sekresi dan produksi sebum. Produksi aktual bervariasi tergantung pada usia, jenis kelamin, dan kadar testosteron dan estrogen. Kelenjar sebacea ada di semua area kulit kecuali telapak tangan dan telapak kaki serta punggung kaki. Kelenjar ini paling banyak terdapat di wajah, kulit kepala, dada bagian atas, dan punggung (Harding, M. dkk, 2019).

3. Kelenjar Keringat Apokrin

Kelenjar keringat apokrin terutama ditemukan di area ketiak, genital, dan daerah payudara. Kelenjar ini selalu terhubung ke folikel rambut. Ini kelenjar membesar dan menjadi aktif pada masa pubertas karena reproduksi hormon. Mereka mengeluarkan zat susu kental yang secara alami tidak berbau. Bau terjadi ketika bakteri permukaan kulit mengubah sekresi (Harding, M. dkk, 2019).

4. Kelenjar Kebuli

Kelenjar kebuli adalah jenis kelenjar yang terdapat di sekitar bulu mata dan bulu hidung. Kelenjar ini menghasilkan sekresi yang berfungsi untuk melumasi bulu mata dan menjaga kelembaban hidung (Grossniklaus et al., 2017).

DAFTAR PUSTAKA

- Bare, Brenda G, Smeltzer, Suzanne C. 2006. *Brunner and Suddarth's Textbook of Medical-Surgical Nursing, edition 10th*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Bolognia, J.L. 2018. *Dermatology*. Elsevier Health Sciences.
- Goldsmith, L.A., Katz, S.I., Gilchrest, B.A., Paller, A.S., Leffell, D.J., & Wolff, K. 2019. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. McGraw-Hill Education.
- Grossniklaus, H. E., Green, W. R., & Luckenbach, M. 2017. *Anatomy And Pathology Of The Eyelid And Conjunctiva*. Springer International Publishing.
- Harding, M. dkk. 2019. *Lewis's Medical Surgical Nursing: Assessment and Management of Clinical Problems, 11th Edition*. United States of America: Elsevier Mosby.
- Madan, V., Lear, J. T., & Szeimies, R. M. 2010. *Non-melanoma skin cancer*. The Lancet, 375(9715), 673-685.
- Madison, K.C. 2017. *Barrier function of the skin: "la raison d'etre" of the epidermis*. Journal of Investigative Dermatology, 127(4), 1-19. DOI: 10.1038/sj.jid.5700701
- Montagna, W. 2019. *The Structure And Function Of Skin*. Elsevier Health Sciences.
- Proksch, E., Brandner, J. M., & Jensen, J. M. 2008. *The skin: an indispensable barrier*. Experimental dermatology, 17(12), 1063-1072.
- Robbins, C.R. 2012. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*. Springer Science & Business Media.
- Sinclair, R. D. 2018. *Structure and function of the hair follicle and its appendages*. In Textbook of Aging Skin (pp. 15-31). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Tortora, G.J. and Derrickson, B. 2017. *Principles of Anatomy and Physiology, 15th Edition*. Wiley.

BAB 3

SISTEM RANGKA PADA MANUSIA

Oleh Halisah Suriani

3.1 Pendahuluan

Sistem kerangka yang menopang tubuh manusia terdiri dari 206 tulang, termasuk kerangka aksial dan apendikular, yang dihubungkan oleh tendon, ligamen, dan tulang rawan. Sistem kerangka termasuk tengkorak dari 8 otak, 14 wajah, 6 telinga tengah, 1 lidah, 25 tulang dada, 26 tulang belakang, dan korset panggul, serta 64 tulang ekstremitas atas dan 62 tulang tungkai bawah. Tulang terbuat dari matriks protein, kolagen². Posisi anatomis adalah sikap berdiri dengan kedua lengan keluar dan telapak tangan menghadap ke depan, punggung lurus, dan mata memandang lurus ke depan (Pearce, no date).

3.2 Rangka

Sistem kerangka (skeletal) terdiri dari sejumlah tulang dalam tubuh yang memiliki persendian dan tulang rawan (tulang rawan) yang berguna sebagai tempat dimana otot dapat menempel untuk mempertahankan kerangka dan postur tubuh manusia. Mineral, lemak, dan kapur membentuk jaringan ikat yang kuat dan keras yang membentuk fondasi tulang. Tujuan utama sistem kerangka adalah untuk menciptakan fondasi yang keras di mana jaringan dan organ dapat dilekatkan. Seperti yang kita semua tahu, tulang itu keras dan berfungsi untuk membangun sistem kerangka yang berbeda, yang terdiri dari unsur-unsur berikut:

- a. Osteoprogenator adalah jenis sel turunan meskimia spesifik yang memiliki kemampuan berdiferensiasi menjadi osteoblas di luar membran periosteum dan memiliki potensi mitosis.
- b. Sel tulang muda yang disebut osteoblas berkembang menjadi osteosit.
- c. Osteosit adalah sel tulang yang berkembang sempurna.
- d. Sel yang disebut osteoklas hadir di permukaan tulang dan berasal dari monosit. Osteoklas berperan dalam pertumbuhan, pemeliharaan, pengawetan, dan perbaikan tulang.

Ligamen menghubungkan tulang, yang membentuk kerangka tubuh. Ligamen, yang merupakan jaringan berbasis serat elastis yang membangun sendi. Unsur-unsur berikut memiliki hubungan langsung dengan jaringan tulang:

- a. Ligamen adalah nama untuk tali pengikat.
- b. Tulang rawan sering dinamakan sebagai *cartilage*.
- c. *Muscle* disebut otot.
- d. Arthon merupakan nama lain dari persendian.

Karena sistem rangka dan otot bekerja sama untuk menghasilkan gerakan tubuh, keduanya sering disebut sebagai "sistem muskuloskeletal". Melalui penggunaan tendon, otot melekat pada tulang di lokasi ini. Ada ligamen perantara yang menghubungkan satu tulang ke tulang lainnya.

Kerangka adalah bagian terpenting dari tubuh manusia dan mempunyai tujuan berikut:

1. Membentuk tubuh
Kerangka berfungsi sebagai struktur tubuh, menopang dan mempertahankan bentuk tubuh.
2. Titik Pelekatan Otot
Otot melekat pada tulang yang membentuk fondasi tubuh manusia. Mobilitas manusia dimungkinkan oleh kombinasi tulang dan otot ini.

3. Gerakan

Sistem kerangka otot yang membentuk gerakan manusia adalah sistem kinerja.

4. Sistem kekebalan 4.

Banyak sel kekebalan diproduksi di sumsum tulang. Limfosit B, yang menghasilkan antibodi pada manusia, adalah salah satu contohnya.

5. Proteksi

Beberapa organ penting yang dapat dilindungi oleh rangka tubuh manusia, antara lain:

- ❖ Otak, mata, telinga tengah, dan telinga bagian dalam semuanya terlindung oleh tulang tengkorak.
- ❖ Sumsum tulang belakang dilindungi oleh tulang belakang.
- ❖ Tulang dada, belakang, dan rusuk menjaga jantung dan paru-paru.
- ❖ Bahu dilindungi oleh tulang selangka dan belikat.
- ❖ Sistem ekskresi, pencernaan, dan panggul dilindungi oleh usus dan tulang belakang.
- ❖ Ulna dan tempurung lutut melindungi siku dan lutut.
- ❖ Tulang pergelangan tangan dan kaki memberikan perlindungan.

6. Produksi Sel Darah

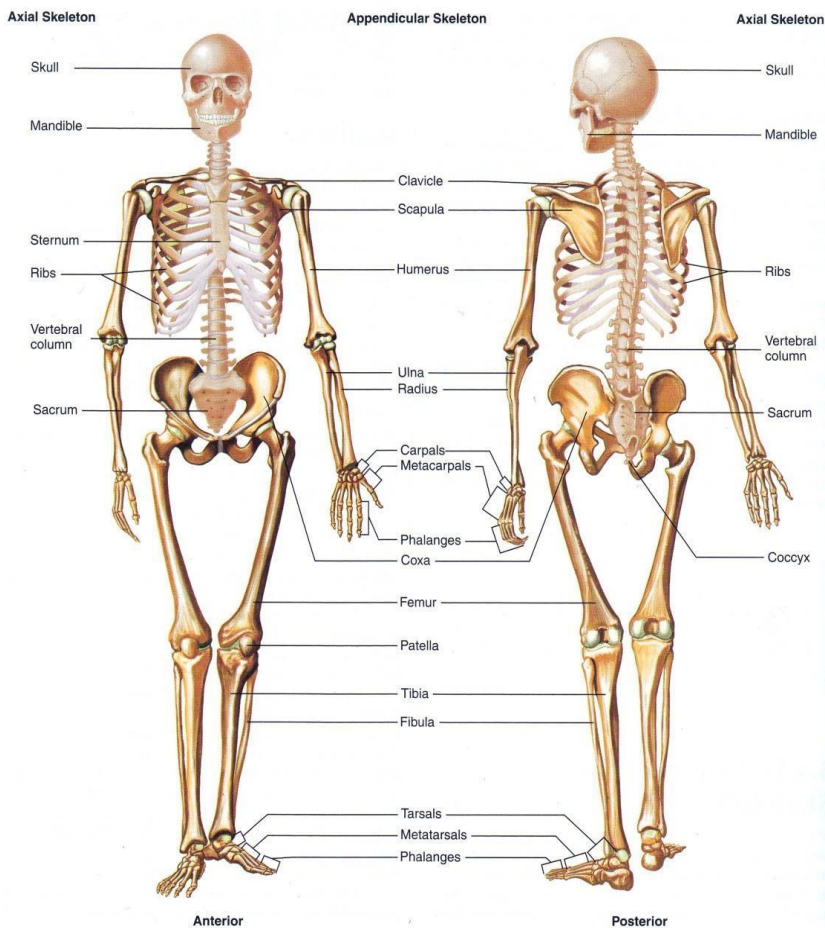
Haematopoiesis, atau proses pembuatan sel darah, terjadi di kerangka tubuh. Sumsum tulang belakang adalah lokasi di mana perkembangan sel darah terjadi.

7. Penyimpanan

Kalsium dapat disimpan dalam matriks tulang, yang juga berpartisipasi dalam metabolisme kalsium. Metabolisme besi terjadi di sumsum tulang, yang juga memiliki kemampuan menyimpan besi dalam bentuk ferritin.

Rangka manusia tersusun dari berbagai macam tulang yang saling berhubungan satu sama lain, antara lain tulang:

Tulang. Tengkorak: 8 buah, Tulang. Dada: 25 buah, Tulang. Wajah: 14 buah, Tulang. Punggung dan pinggul: 26 buah, Tulang. telinga bagian dalam: 6 buah, Tulang. lengan: 64 buah, Tulang. lidah: 1 buah, dan Tulang. kaki: 62 buah



Gambar 3.1. Bagian Depan dan Belakang Kerangka Manusia

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mc Graw Hill, New York

Komponen tulang pada umumnya ditemukan adalah:

- a. Foramen: celah yang dilalui pembuluh darah, ligamen, dan saraf
- b. Fosa: celah di dalam atau di permukaan tulang.
- c. Prosesus: Suatu benjolan.
- d. Kondilus: Taju adalah benjolan yang berbentuk bulat.
- e. Tuberkulum: Benjolan kecil.
- f. Tuberositas: Benjolan besar.
- g. Trokanter: Benjolan besar biasanya di paha.
- h. Krista: Tepi atau pinggir tulang.
- i. Spina: benjolan tulang yang susunanya agak runcing.
- j. Kaput: Ujung bulat tulang, yang dikenal sebagai kepala.

Kerangka manusia dapat dipisahkan menjadi dua kelompok: sistem alat gerak (apendikular) dan sumbu tubuh (aksial). Bagian aksial manusia dewasa terdiri dari 80 tulang, sedangkan bagian apendikular terdiri dari 126 tulang.

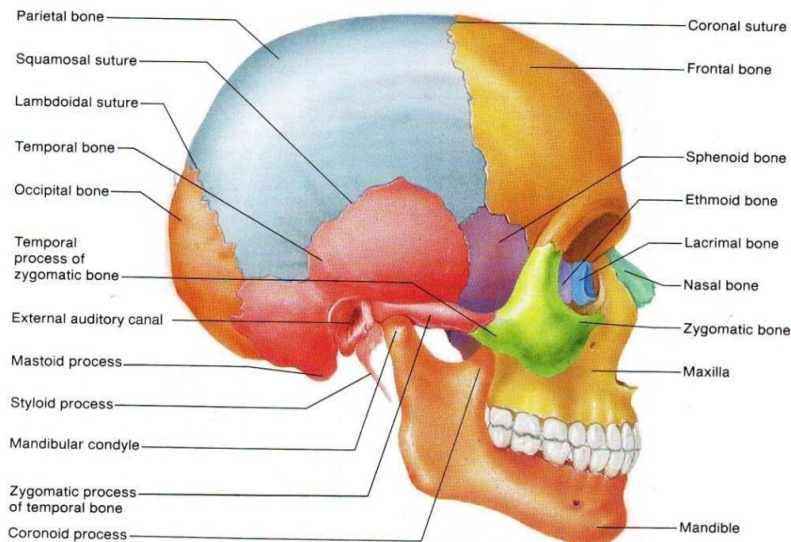
Adapun Bagian aksial adalah:

1. Tulang Tengkorak.

Tengkorak terdiri dari sebagian tulang bengkok yang terhubung sama lain terdiri dari dua bagian: tengkorak wajah/tulang wajah dan tengkorak otak/tempurung kepala.

- a. Tengkorak Dihubungkan oleh tulang. bergerigi. Dinamakan sutura. yang terdiri: Gubah. Tengkorak, Pangkal. Tengkorak, dan Samping. tengkorak.
- b. Tengkorak. Wajah.: Area hidung. dan Area rahang.
 - ❖ Tulang Tempurung Kepala (*os cranium*): Tulang. Dahi. (*os frontale*), Tulang. Kepala. belakang (*os occipitale*), Tulang. ubun-ubun (*os parietale*), Tulang. tapis (*os ethmoidale*), Tulang. baji (*os sphenoidale*), dan Tulang. pelipis (*os temporale*).

❖ Tulang Muka (*os splanchnocranium*): Tulang. hidung (*os nasale*), Tulang. langit-langit (*os palatum*), Tulang. air mata (*os lacrimale*), Tulang. rahang atas (*os maxilla*), Tulang. rahang bawah (*os mandibula*), dan Tulang. pipi (*os zygomaticum*).

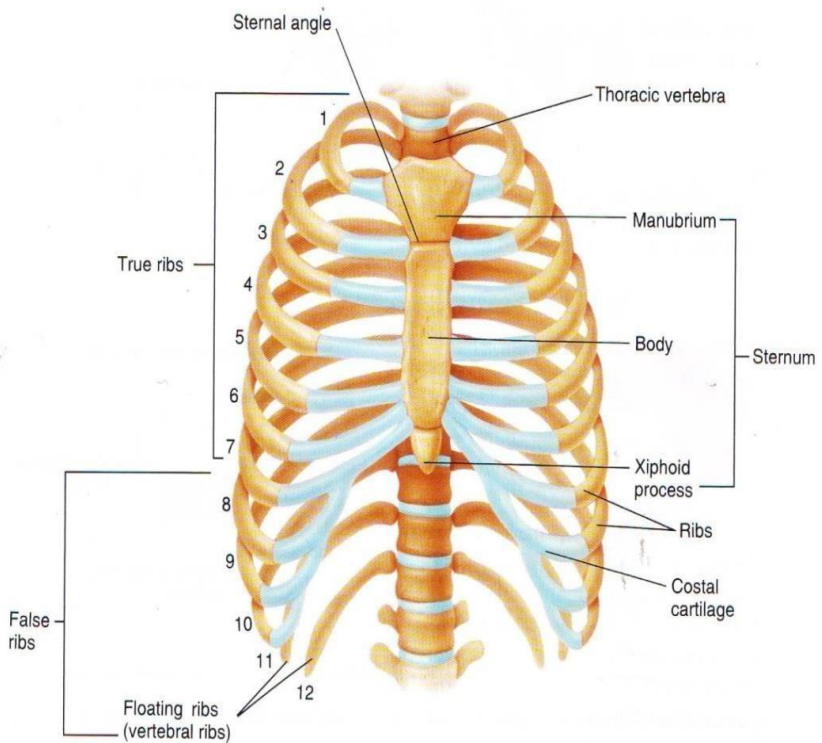


Gambar 3.2. Tampilan Tulang Tengkorak

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mc Graw Hill, New York

2. Tulang Dada (*os sternum*)

Tulang dada terdiri dari tiga bagian yaitu: Hulu (*os manubrium*), Badan (*os Body*), dan Tajuk pedang (*os xiphoid process*)



Gambar 3.3. Tulang Dada

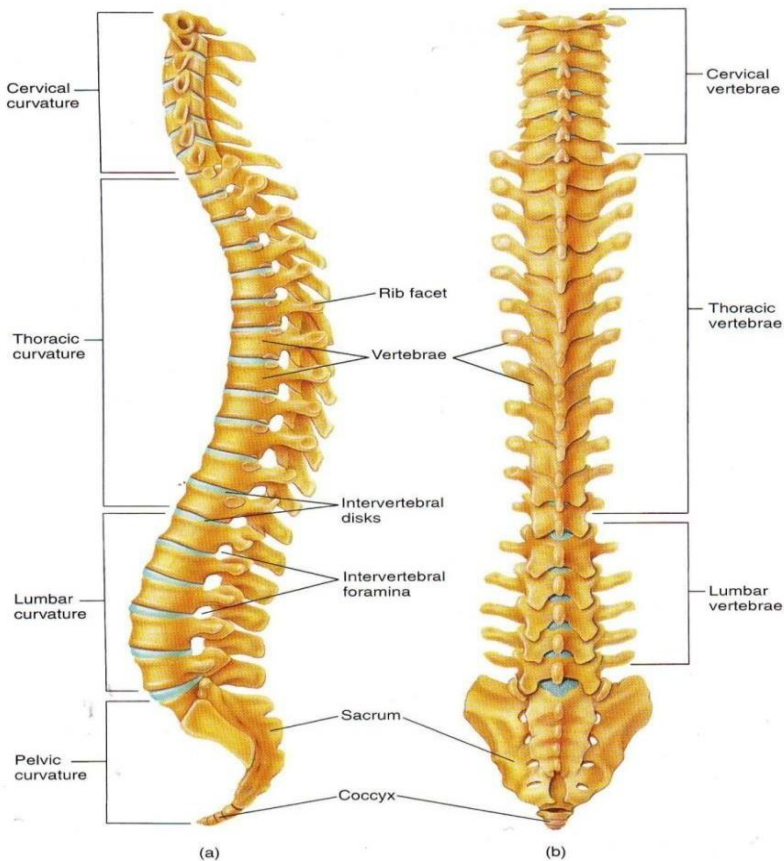
Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mc Graw Hill, New York

3. Tulang. Rusuk: Tulang. Rusuk. Sejati, Tulang. Rusuk. Palsu, dan Tulang. Rusuk. Melayang.

4. Tulang. Belakang.

Adapun bagiannya adalah:

- Badan segmental adalah yang terbesar, tebal, kuat yang terdapat di depan.
- Ada beberapa tonjolan pada lengkung tulang belakang yang ada di punggung. Tonjolan ini meliputi proses artikular (sendi taji), yang membentuk sambungan dengan tulang belakang, proses transversal (paji sayap), dan proses spinosus (taji duri), yang berada di tengah tubuh vertebra.



Gambar 3.4. Tulang Belakang

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mc Graw Hill, New York.

Berikut adalah beberapa fungsi tulang belakang:

- Menopang kepala dan organ tubuh lainnya.
- Melindungi bagian sensitif (sumsum tulang belakang).
- Letak tulang rusuk dan panggul bergabung.
- Menentukan posisi tubuh.

Tulang. Leher (*cervical vertebrae*)

Vertebra serviks, vertebra terkecil dan teringan, adalah tujuh puncak tulang yang membentang dari pangkal kepala sampai leher berguna untuk pergerakan kepala dan leher.

Tulang. Punggung (*thoracic vertebrae*).

adalah menempel di dada. dan 12 ruas memanjang pas di bawah leher sampai tulang lurus dan berkembang dari atas ke bawah. Tulang berhubungan dengan tulang rusuk sehingga menjadi pergerakan di punggung atas.

Tulang. Pinggang.

Tulang antara tulang rusuk terakhir dan pinggul yang dikenal sebagai tulang pinggang gunanya untuk menopang berat badan karena bentuknya lebih besar dan kuat. Kemampuan punggung bawah untuk bergerak secara signifikan dipengaruhi oleh tulang pinggang.

Tulang. Kelangkang.

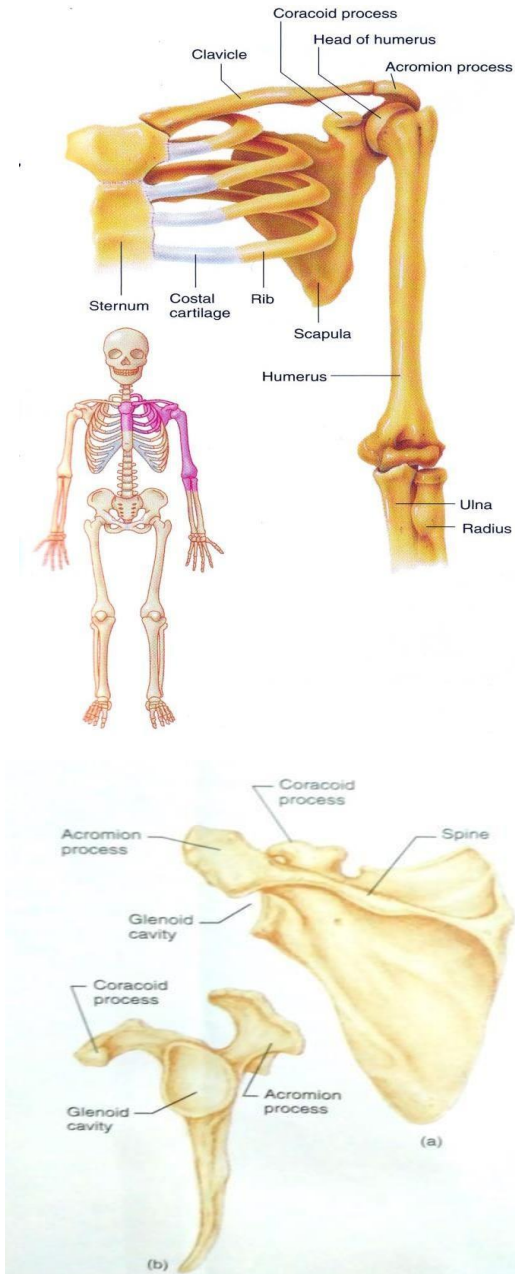
Pada orang dewasa tulang-tulang ini bergabung membentuk sakrum segitiga yang terhubung dengan tulang pinggul sehingga memiliki peranan yang sangat penting.

Tulang. Ekor.

Berbentuk segitiga kecil.

5. Tulang. Gelang. Bahu.

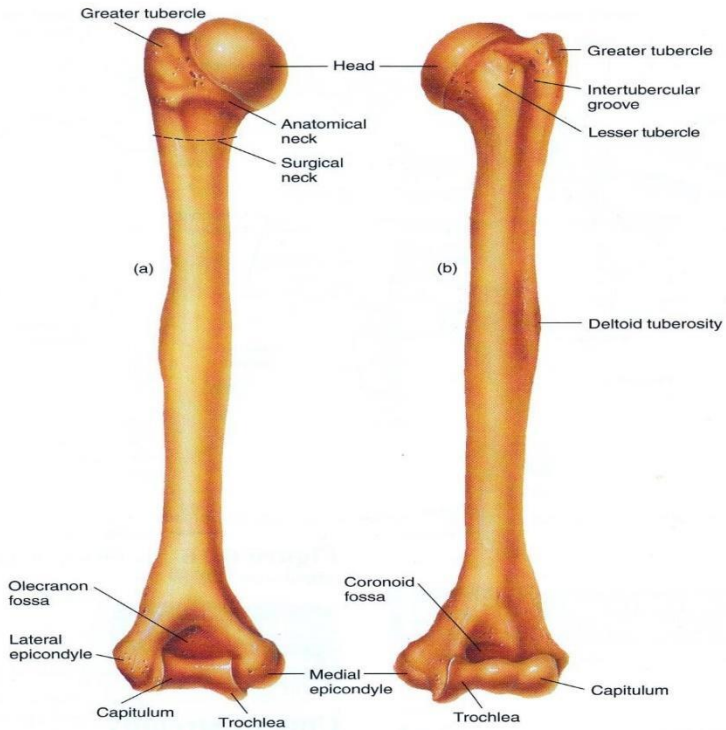
- ❖ Rongga Glenoid, tulang belikat, proses coracoid, duri, dan tulang klavikula.



Gambar 3.5. Tulang Belikat dan Tulang Selangka

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mc Graw Hill, New York.

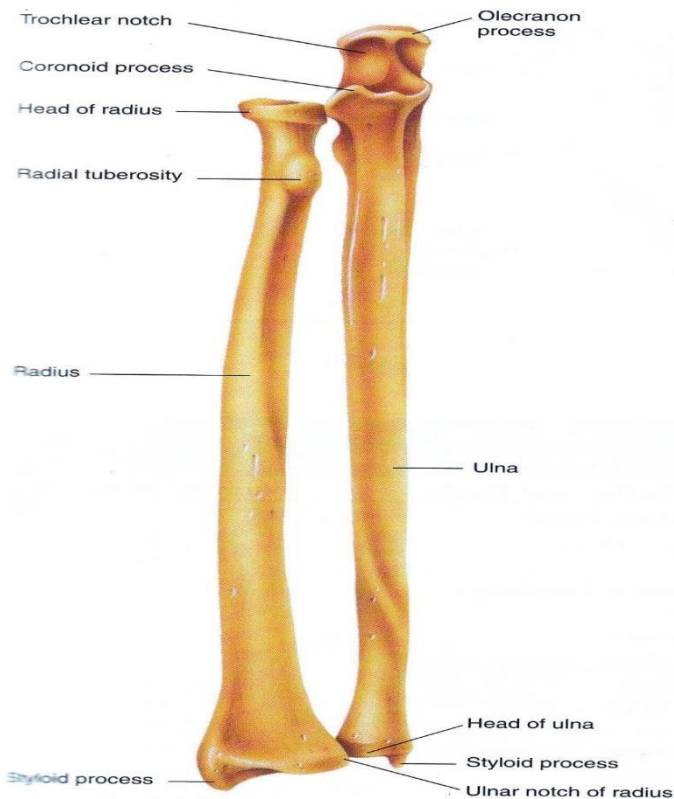
6. Tulang Lengan



Gambar 3.6. Tulang Lengan Bagian depan dan Belakang
 Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mc Graw Hill, New York.

(a). Humerus posterior dan intuitus anterior: intertubercular tuberculum minorem, majus tuberculum striatus, Deltoid tuberositas, Capitula Anatomical Collum, Bedah kolum, Fossa Oleg, Fossa Coronacea, epikondilus lateral, medio epicondyle, capitulum Trochlea.

Ulna (ulna) dan jari-jari (radius): Os. Radius, Caput Radii, Tuberositas radialis, Ulnaris Noth Radii, Os Ulna, Noth Olecranon, Noctis Coronoidea, Caput ulnae, Prosa Styloidea.



Gambar 3.7. Tulang Hasta dan Pengumpil

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mc Graw Hill, New York.

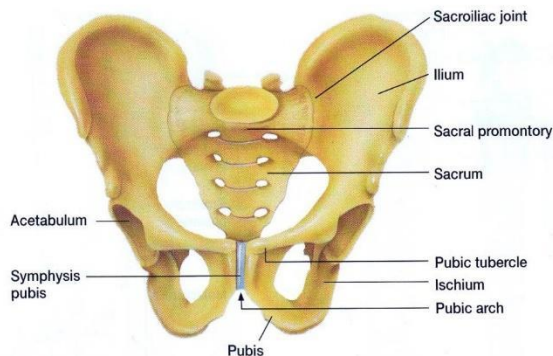
Tulang. Telapak. tangan. (os metakarpal), Tulang. Pergelangan tangan, tangan. (os karpal), Tangan (os phalanges), jari Proksimal, dan phalanx tengah, proksimal dan distal.



Gambar 3.8. Tampak depan tulang tangan kiri

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mc Graw Hill, New York.

Tulang yang membentuk korset panggul (pelvic os) adalah sakral dan os illium. Sakroiliaka, sakrum, dan tanjung. Tuberkel tulang, sendi, dan kemaluan. tulang duduk (os ishium). Simfisis Pubis, Acetabulum, Lengkungan, dan Tulang Pubis (os pubis).

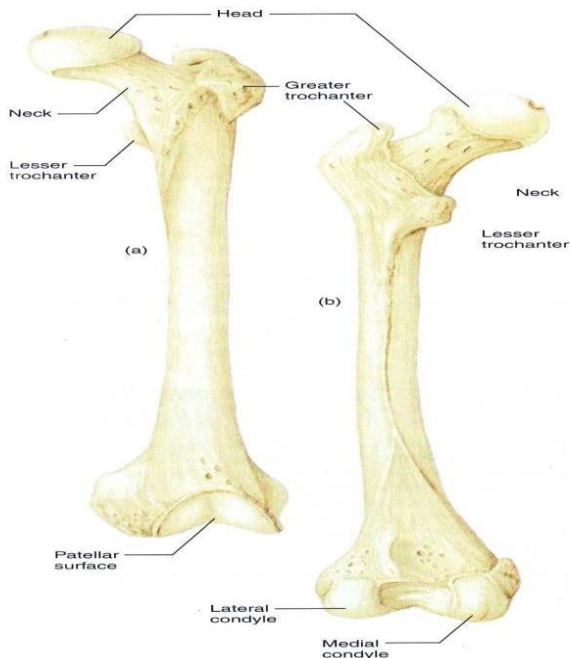


Gambar 3.9. Tulang Panggul Tampak Depan

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mcgraw Hill, New York.

b. Tulang Tungkai

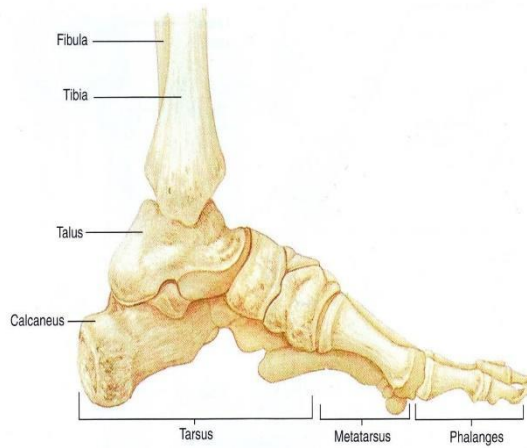
Tulang Paha (*Os Femur*): *Caput, Collum, trochantarius major, trochantarius minor, Patellarius, Condylus lateralis, Condylus medialis.*



Gambar 3.10. Tulang Paha Bagian Depan dan Belakang

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. McGraw Hill, New York.

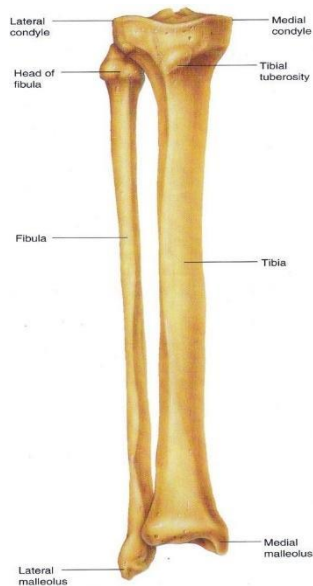
Tulang kering (*os tibia*): *Condylus lateralis, Condylus medialis, tuberositas Tibia, malleolus medialis, Tulang betis (os fibula), Caput fibulae, malleolus lateralis.*



Gambar 3.11. Tampak Samping Tulang Kaki

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mcgraw Hill, New York.

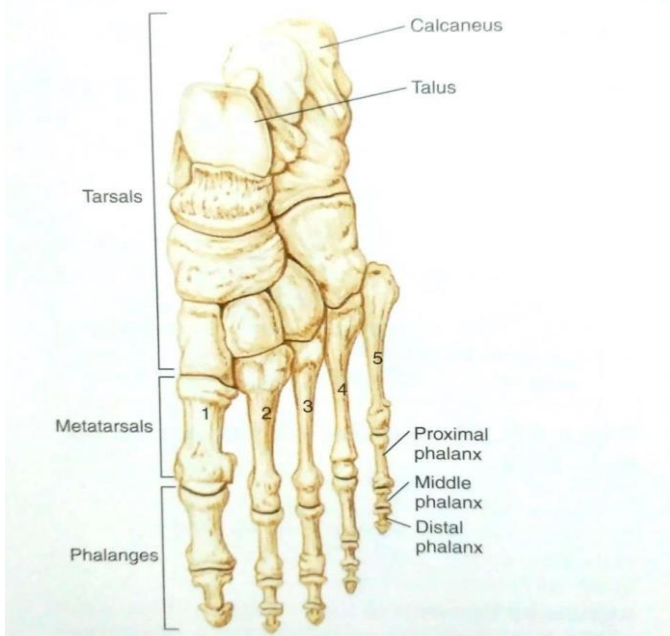
Tulang kering (*os tibia*) & Tulang betis (*os fibula*)



Gambar 3.12. Tulang Kering dan Betis

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mcgraw Hill, New York.

Tulang pergelangan kaki (*os tarsals*), *Talus*, Tulang telapak kaki (*os metatarsales*), Tulang jari kaki (*os phalanges*), *Proximal Phalanx*, *Medio Phalanx*, dan *Distal Phalanx*.



Gambar 3.13. Tulang Kaki Bagian Depan

Sumber: Gunstream, Stanley E., 2013. Anatomi dan Fisiologi dengan Panduan Kajian Terpadu. Mcgraw Hill, New York.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A. N., Wahyuni, T. D., Budiono, Pranata, L., Darmayanti, D., Pangkey, B. C. A., Indrawati, Zuliani, M., Khusniyah, Z., & Ernawati, N. (2022). *Anatomi Fisiologi* (Cetakan 1). Yayasan Kita Menulis.
- Anatomi Fisiologi Kurikulum Berbasis Kompetensi untuk Keperawatan dan Kebidanan. keempat* (2010). Jakarta: EGC.
- Anderson, P.D. (1999). *Anatomi fisiologi tubuh manusia*. Jones and Barret publisher Boston, Edisi Bahasa Indonesia EGC: Jakarta
- Apriyani E, Dkk (2021) *Teori Anatomi Tubuh Manusia*. Yayasan Penerbit Muhammad Zaini
- Arthur Dalley, A. (2013) *Anatomi Berorientasi Klinis*. ketiga. Surabaya: PT Gelora Aksara Pratama.
- Bartlett, Roger., 2002. *Introduction. To. Sports. Biomechanics*. Spon Press, Francis.
- Black, J. M., & Hawks, J. H. (2014). *Keperawatan Medikal Bedah: Manajemen Klinis untuk Hasil yang Diharapkan*. Salemba Medika.
- Donald. C. Rizzo., 2010. *Fundamentals. Of. Anatomy. Physiology*. DELMAR. CENGAGE. Learning, USA.
- E. Paul. Roetert, and. Mark. S. Kovacs., 2011. *Tennis. Anatomy. Human. Kinetics*, USA.
- Gunstream, Stanley. E., 2013. *Anatomy and. Physiology. With. Integrated. Study. Guide*. Mc. Graw. Hill, New. York.
- Rael. Isacowitz, and. Karen. Clippinger., 2011. *Pilates. Anatomy. Human. Kinetics*, USA.

Tozeren, Aydin., 2000. *Human. Body. Dynamics: Classical. Mechanic. And. Human. Movement.* Springer, USA.
[www. TheHealty Science Journal.com](http://www.TheHealtyScienceJournal.com)

BAB 4

SISTEM OTOT PADA MANUSIA

Oleh Rosnancy R. Sinaga

4.1 Pendahuluan

Otot merupakan jaringan konektif (jaringan ikat/penyokong) dalam tubuh manusia yang mempunyai tugas utamanya adalah untuk melakukan kontraksi. Kontraksi otot berfungsi untuk menggerakkan bagian-bagian tubuh dan substansi dalam tubuh (Rokhana dkk, 2009).

Otot merupakan jaringan dalam tubuh manusia ataupun hewan yang mempunyai fungsi sebagai alat gerak aktif yang membantu pergerakan tulang. Otot dapat mengalami perubahan adaptif dalam jangka panjang sesuai dengan aktivitasnya, yaitu perubahan dalam kapasitas oksidatif untuk sintesis ATP dan perubahan pada diameter otot (Wiarto, 2013).

4.2 Fungsi Sistem Otot

Fungsi utama otot adalah untuk membantu manusia bergerak. Otot manusia memberikan banyak manfaat dan fungsi bagi tubuh. Di bawah ini dijabarkan beberapa fungsi otot pada manusia yaitu:

1. Melakukan gerakan tubuh

Otot pada rangka bertanggung jawab atas gerakan yang dilakukan. Otot rangka melekat pada tulang yang membuat seseorang bisa bergerak dan sebagian dikendalikan oleh sistem saraf pusat (SSP). Otot mengendalikan gerakan motorik kasar dan halus.

2. Mengatur postur tubuh

Otot rangka juga membantu mengatur postur tubuh. Kelenturan dan kekuatan otot adalah kunci untuk mempertahankan postur tubuh yang tepat. Postur tubuh yang buruk dapat mempengaruhi bagian tubuh dan dapat menyebabkan nyeri pada sendi dan otot menjadi lemah.

3. Menjaga keseimbangan tubuh

Otot rangka juga berfungsi untuk melindungi tulang belakang dan membantu keseimbangan. Dalam sistem otot ada yang disebut dengan otot inti, di sini termasuk otot perut, otot punggung, dan otot panggul. Jika otot inti kuat, maka semakin baik keseimbangan tubuh.

4. Mendukung peredaran darah

Pada sistem otot manusia, otot jantung dan otot polos yang keberadaannya tidak disadari mempunyai fungsi membantu jantung berdetak dan aliran darah mengalir ke seluruh tubuh. Hal ini terjadi ditandai dengan adanya impuls listrik.

5. Membantu proses pernapasan

Otot diafragma adalah otot utama yang bekerja ketika bernapas. Terutama saat bernapas lebih berat, seperti ketika sedang berolahraga. Otot diafragma memerlukan bantuan otot lain, seperti otot-otot perut, otot di leher, dan otot di punggung.

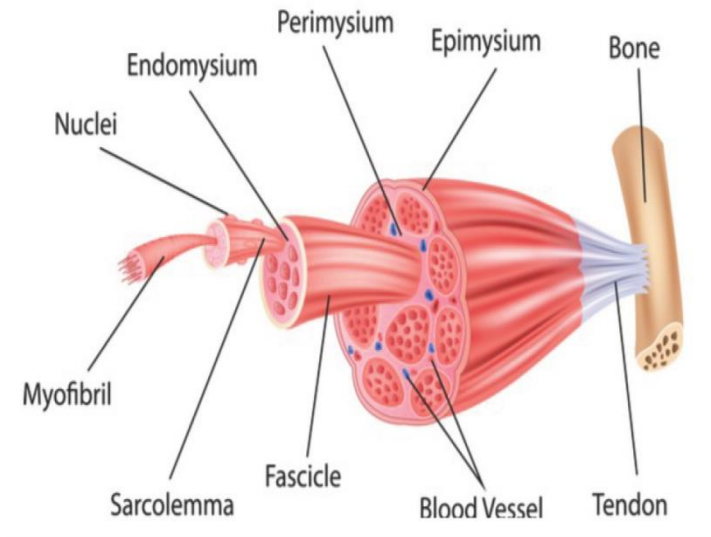
6. Mendukung proses pencernaan

Sistem otot manusia juga membantu proses pencernaan. Ketika sistem pencernaan melakukan pencernaan makanan, prosesnya dikendalikan oleh otot-otot yaitu jenis otot polos yang berada di saluran pencernaan.

7. Mendorong bayi saat proses persalinan

Pada rahim terdapat otot polos dan selama kehamilan, otot-otot ini mengalami pembesaran dan meregang saat janin tubuh di dalam rahim. Ketika proses melahirkan, otot-otot polos di rahim mengalami kontraksi dan relaksasi untuk mendorong bayi melewati vagina.

4.3 Struktur Sistem Otot



Gambar 4.1. Struktur otot

Sumber: *Human muscle system. Encyclopedia Britannica.*

1. Tendon

Tendon adalah penghubung antara otot dengan tulang. Tendon dapat dikenali karena memiliki serabut berwarna putih serta tidak elastis. Aponeuroses adalah lembaran-lembaran datar atau simpai atas jaringan fibrosa yang memuat kelompok-kelompok otot dan ada

saatnya menggandeng sebuah otot dengan bagian yang akan menggerakkannya.

2. Fascia

Fascia adalah jaringan ikat gabungan atas jaringan fibrosa dan aerolar yang membungkus dan menghimpun otot menjadi satu kesatuan. Pada bagian-bagian tertentu tubuh, misalnya pada telapak tangan, fascia begitu padat dan kuat, fascia palmaris dan fascia plantaris penyusunnya.

3. Sarcolemma

Sarcolemma adalah unit struktural dengan diameter 0,01-0,1 mm serta panjang 1-40 mm, yang melapisi suatu sel otot, yang dapat berfungsi sebagai pelindung otot. Besar dan jumlahnya jaringan terutama pada jaringan elastik, akan meningkat seiring dengan pertambahan usia. Di dalam matriks serat otot terdapat unit fungsional otot yang berdiameter 0,001 mm dimana disebut myofibril.

4. Miofibril

Miofibril adalah suatu jaringan serat-serat dimana terdapat di dalam otot. Jika menggunakan mikroskop, maka miofibril akan terlihat seperti pita gelap dan terang yang bersilangan. Pita gelap (thick filament) terbentuk oleh myosin, sedangkan pita terang (thin filament) dibentuk oleh aktin, troponin serta tropomiosin.

5. Miofilamen

Miofilamen adalah suatu jaringan berbentuk benang-benang atau filamen halus yang berasal dari myofibril. Jaringan miofilamen terdiri atas dua macam, yaitu miofilamen heterogen dimana terdapat pada otot jantung atau otot kardiak serta terdapat pada otot lurik,

sedangkan miofilamen homogeny terdapat pada otot polos.

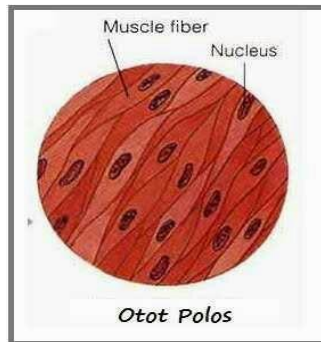
6. Sarkoplasma

Sarkoplasma adalah suatu jaringan dimana berupa cairan sel otot yang fungsinya untuk tempat myofibril serta miofilamen berada.

4.4 Klasifikasi jaringan dan Jenis otot

Terdapat 600 jenis otot yang ada pada tubuh manusia. Jaringan otot manusia dibagi menjadi tiga kelompok besar, yaitu otot polos, otot lurik, dan otot jantung. Tiga macam otot tersebut digolongkan berdasarkan struktur dan fungsinya masing-masing.

4.4.1 Otot Polos



Gambar 4.2. Otot polos

Sumber: <https://brainly.co.id/tugas/9029418>

Otot polos disebut juga sebagai otot tak sadar karena cara bekerja otot ini di luar kesadaran manusia, tanpa harus diperintah otak. Cara kerja otot polos ini dipengaruhi oleh saraf autonom, yaitu saraf simpatetik dan saraf parasimpatetik. Saraf simpatetik adalah saraf yang berujung di pangkal sumsum tulang belakang (medula spinalis) yang

berada di daerah dada dan pinggang. Saraf tersebut bekerja sebagai pemacu yang dapat membuat kerja organ-organ tubuh menjadi lebih cepat.

Fungsi otot polos beraneka ragam dan tergantung letak dan posisinya di dalam tubuh. Sebagai contoh, mekanisme gerak otot polos pada sistem pencernaan, dengan melakukan kontraksi dan relaksasi secara bergantian dan membantu makanan masuk ke dalam tubuh saat proses pencernaan terjadi. Otot polos memiliki ciri-ciri seperti di bawah ini:

1. Mempunyai bentuk gelendong dengan kedua ujungnya meruncing
2. Di tengah-tengah sel memiliki satu inti sel
3. Otot ini bekerja di luar kesadaran, bekerja lambat, teratur, dan tidak cepat lelah.
4. Otot ini terdapat pada dinding alat-alat tubuh bagian dalam seperti paru-paru, pembuluh darah, lambung, usus, dan indung telur.

4.4.2 Otot Lurik/Rangka

Jaringan otot lurik merupakan otot yang menempel pada tulang atau disebut juga dengan otot rangka. Otot inilah yang mempunyai peran utama dalam pergerakan tubuh. Otot lurik menyumbang kurang lebih 40% berat badan manusia. Otot rangka (Gambar 4.1.) terdiri atas sel-sel panjang yang tidak bercabang atau disebut serabut otot (muscle fiber). Serabut-serabut otot ini memiliki sel-sel berinti banyak (multiseluler) yang terletak pada bagian pinggir (perifer) sel. Sel-sel otot sudah terbentuk sejak perkembangan embrionik melalui fusi dari banyak sel-sel kecil yang membentuk sinitium. Seperti halnya sel-sel saraf, sel otot dapat memberikan respon terhadap rangsangan bila membran sel otot dikenai neurotransmitter yang dihasilkan oleh ujung saraf motor yang mensarafinya, maka pada membran sel otot tadi akan timbul impuls bioelektrik. Impuls listrik ini akan

merambat sepanjang membran serabut otot, seperti merambatnya impuls pada serabut saraf yang tidak bermielin.

Otot lurik mempunyai fungsi utama yaitu memicu kontraksi yang menunjang sistem pernapasan, pergerakan, postur (pada otot rangka) dan memompa darah ke seluruh tubuh (pada otot jantung).

Otot lurik memiliki ciri-ciri antara lain:

1. Sel otot lurik mempunyai bentuk silinder yang memiliki bagian gelap dan terang sehingga tampak seperti lurik dan memiliki inti banyak.
2. Otot ini bekerja atas kesadaran perintah otak dan dapat mengalami kelelahan.
3. Otot ini melekat pada rangka sehingga disebut otot rangka.

4.4.3 Otot Jantung



Gambar 4.4. Otot Jantung

Sumber: *Human muscle system. Encyclopedia Britannica.*

Pada awalnya otot jantung dianggap sebagai peralihan antara otot polos dan otot rangka. Otot jantung tergolong otot bergaris melintang yang satuannya disebut “serabut”.

Hubungan otot jantung melalui diskus interkalatus cukup kuat sehingga sulit dilakukan tepsing untuk memperoleh satu serabut secara terpisah. Penelitian dengan

menggunakan mikroskop cahaya menunjukkan bahwa otot jantung memiliki serabut yang bercabang, yang berhubungan satu dengan yang lain melalui ujungnya.

Otot jantung merupakan penyusun dinding jantung dan memiliki fungsi untuk memompa darah, baik menuju jantung maupun sebaliknya, sehingga terjadi sirkulasi darah.

Otot jantung mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1. Sel otot jantung berbentuk serabut lurik yang bercabang-cabang
- 2. Sel mempunyai satu atau banyak inti sel dan terletak di tengah serabut
- 3. Otot ini bekerja di luar kesadaran atau tidak diperintah oleh otak tetapi dipengaruhi oleh persediaan oksigen yang cukup.

Tabel 4.1. Perbedaan antara otot rangka, otot polos, dan otot jantung

	Otot Rangka	Otot Polos	Otot Jantung
Lokasi	Melekat pada tulang	Pada organ dalam dan pembuluh darah	Di jantung
Fungsi	Alat gerak	Kontraksi organ dalam dan pembuluh darah	Memompa darah
Bentuk sel	Silindris	Spindel	Silindris, bercabang-cabang
Garis gelap terang	Ada	Tidak ada (polos)	Ada
Jumlah nukleus	Banyak, di tepi	1(satu), di tengah	1(satu), di tepi
Kontrol	Volunter	Involunter	Involunter
Kontraksi	Cepat, kuat, mudah lelah	Lamban, tahan lama	Kuat, berirama, tahan lama

Sumber: <https://www.studocu.com/id/document/universitas-sebelas-maret/biologi/perbedaan-otot-polos-lurik-jantung/32125705>

4.4 Sifat Kerja Otot

4.4.1 Fleksi dan Ekstensi

Fleksi merupakan gerakan otot fleksor sehingga bagian tubuh menekuk, misalnya menekuk lutut dan siku. Sedangkan, ekstensi merupakan gerakan otot ekstensor untuk meluruskan kembali bagian tubuh yang telah ditekuk, misalnya meluruskan kaki atau siku.

4.4.2 Abduksi dan Aduksi

Abduksi adalah gerakan anggota tubuh menjauhi sumbu atau garis tengah tubuh, misalnya merentangkan tangan hingga sejajar dengan bahu. Aduksi ialah gerakan anggota tubuh mendekati sumbu tubuh atau garis tengah tubuh, misalnya, menegapkan tangan kembali setelah direntangkan.

4.4.3 Pronasi dan Supinasi

Pronasi adalah gerakan memutar telapak tangan atau jari sehingga menghadap ke bawah atau menelungkup. Sementara, supinasi adalah memutar telapak tangan dan jari sehingga menghadap ke atas atau menengadah.

4.4.4 Depresi dan Elevasi

Depresi adalah gerakan otot untuk menurunkan anggota tubuh dan elevasi merupakan gerakan otot untuk mengangkat atau menaikkan anggota tubuh, contohnya mengangkat bahu, atau saat akan menggigit sesuatu.

4.4.5 Inversi dan Eversi

Inversi adalah gerakan otot untuk memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah dalam tubuh, sedangkan eversi adalah gerakan otot memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah luar.

4.5 Otot Kerangka

4.5.1 Otot bagian kepala

Otot-otot di kepala dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu otot wajah dan otot pengunyah.

1. Otot-otot wajah

Otot-otot di wajah membantu menjaga elastisitas dan ketahanan otot wajah dari kerusakan. Otot-otot pada wajah memberikan bentuk unik pada wajah dan membuat tegak wajah dan menjaga wajah tetap simetris dan membuat wajah terlihat cantik. Sebagian dari otot-otot wajah dimasukkan secara langsung dalam jaringan lunak dari kulit dan otot-otot lain dari wajah. Bila otot-otot wajah berkontraksi, maka akan menarik jaringan lunak. Aktivitas otot-otot ini bertanggung jawab untuk ekspresi wajah seperti tersenyum dan cemberut.

Otot-otot pada wajah manusia meliputi:

- *Frontalis*. Frontalis adalah otot datar yang menutupi tulang frontal. Dia meluas dari aponeurosis kranialis ke kulit dari alis mata. Kontraksi dari otot frontalis akan menaikkan alis mata dan memberikan anda tampilan orang terkejut. Otot ini juga mengerutkan kening.
- *Orbicularis oculis*. Orbicularis oculi adalah otot sfingter yang melingkari mata. Sfingter adalah otot berbentuk cincin yang mengendalikan ukuran bukaan. Kontraksi dari otot ini akan menutup mata dan membantu mengedipkan mata dengan singkat, menutup dan membuka mata serta menutup mata sebagian.
- *Orbicularis oris*. Orbicularis oris adalah otot sfingter yang melingkari mulut. Kontraksi dari otot ini membantu menutup mulut, membentuk kata-kata dan

mengerutkan mulut. Otot ini sering disebut sebagai otot pencium.

- *Buccinator*. Buccinator adalah otot yang masuk ke dalam orbicularis oris dan meratakan pipi saat berkontraksi. Otot ini digunakan ketika bersiul dan meniup terompet. Buccinator juga diklasifikasikan sebagai otot pengunyah karena saat kontraksi, otot ini membantu posisi makanan diantara gigi dalam proses pengunyahan.
- *Zygomaticus*. Zygomaticus adalah otot yang membantu ekspresi wajah untuk menarik sudut mulut ketika tersenyum, yang meluas dari ujung mulut ke tulang pipi dan bisa menimbulkan lesung pipi.

2. Otot-otot pengunyah

Ada beberapa jenis otot untuk mengunyah yang berada di daerah mulut. Otot-otot ini mempengaruhi struktur wajah dan berperan menentukan posisi gigi. Semua otot pengunyah dimasukkan dalam mandibula, tulang rahang bawah, dan merupakan otot terkuat dalam tubuh.

Otot-otot pengunyah meliputi:

- *Masseter*. Masseter adalah otot yang penting yang meluas dari processus zygomaticus dari tulang temporal di tengkorak ke tulang mandibula. Kontraksi dari otot ini akan menutup rahang. Otot ini bertindak secara sinergi dengan otot temporalis untuk menutup rahang.
- *Temporalis*. Temporalis adalah otot berbentuk kipas yang meluas dari bagian datar dari tulang temporal ke mandibula. Otot ini berfungsi untuk mengangkat mandibula dan mendekatkan gigi. Otot ini juga bekerja secara sinergis dengan otot-otot pengunyah lain.

4.5.2 Otot Leher

1. M. Sternocleidomastoideus

Otot ini adalah salah satu otot leher terbesar dan dekat ke kulit, berjumlah sepasang, di kiri dan kanan.

Origo : Caput medial: Anterior incisura jugularis sterni, anterior articulation sternoclavicularis.

Caput lateral: Clavicula pars sternalis.

Inersio: Permukaan lateral processus, mastoideus dan linea nuchae suprema.

Inervasi: Spinal accessory (C2,3)

Fungsi: Rotasi kepala, melenturkan leher, ketika otot sternokleidomastoid dari kedua sisi bekerja bersama, otot akan melenturkan (memfleksikan) leher dan memanjangkan kepala. Ketika otot dari satu sisi bertindak sendiri, otot tersebut akan menyebabkan kepala berputar ke sisi yang berlawanan dan melentur secara lateral ke sisi yang sama atau secara ipsilateral.

Otot ini bertindak juga sebagai otot pernapasan tambahan, bersama otot-otot lain di leher, misal otot scalen.

2. M. Platysma

Otot ini terletak di depan leher. Otot yang sering dimodifikasi oleh dokter untuk mengubah atau memperindah bentuk leher.

Origo: Fascia profunda diatas M. pectoralis major dan M. deltoideus

Inersio: Corpus mandibule dan sudut mulut

Inervasi: Nervus Fasialis (N.VII)

Fungsi: Depresi mandibule dan sudut mulut.

3. M. Scalenus Anterior

Otot -otot scalen adalah otot-otot tulang lateral yang berasal dari tulang rusuk pertama dan kedua dan dilewatkan ke sisi leher. Otot scalen terdiri dari tiga otot-otot yaitu scalenus anterior, scalenus medius, dan scalenus posterior.

Origo: Tuberculum anterior processus transverses VC 3-6

Inersio: Tuberculum scilicet costalis

Inervasi: Nervus C 4-7 dan plexus brachialis

Fungsi; Menarik costa I, menekuk leher ke arah latero anterior dan menekuk leher ke arah anterior.

4. M. Scalenus Medius

Origo: Tuberculum posterior processus transverses VC 2-7 berjalan ke inferior dan lateral

Inersio: Costa I dibelakang alculus subclavius

Inervasi: Nervus C 4-7 dan plexus brachialis

Fungsi: Mengangkat costa I, dan menekuk leher ke lateral costa I.

5. M. Scalenus Posterior

Origo: Processus transverses VC 5-6 berjalan ke bawah dan anterior

Inersio: Permukaan lateral costa 2

Inervasi: Anterior rami primary C4 dan nervus muscularis C 3-4

Fungsi: Melakukan flexi leher, membantu rotasi leher dan kepala dan mengangkat costa I.

6. M. Sternothyroideus

Origo: Permukaan dalam manubrium sterni sisi kaudal M. Sternohyoideus

Insertio: Permukaan luar lempeng kartilago Thyroidea

Inervasi: Ansa servikalis (Plexus servikalis)

Fungsi: Mengangkat tenggorokan dan laring dengan bantuan tidak langsung dari M. Thyroideus.

7. M. Sternohyoideus

Adalah otot yang tipis dan sempit. Terletak di daerah posterior ujung medial klavikula.

Origo: Sisi kranial tulang rawan iga pertama dan manubrium sterni

Insertio: Korpus hyoideum

Inervasi: Ansa servikalis (plexus servikalis)

Fungsi: Mengokohkan tulang lidah guna membantu otot saat menelan.

4.5.3 Otot Lengan

a. M. Coracobrachialis

Otot ini terletak di ventral dan memiliki origo di Proc. Coracoideus dan insertio di medial humerus berbeda dengan dua otot ventral lain pada lengan atas. Kerja otot ini terbatas pada sendi bahu yang berperan pada gerakan adduksi, rotasi medial, dan anteversi tanpa pengaruh kuat pada gerakan-gerakan lengan tersebut. Berorigo di distal permukaan anterior Humerus.

b. M. Brachialis

Otot ini berinsertio ke dalam kapsul sendi dan Tuberositas ulnae. M. Brachialis secara eksklusif menyokong gerakan fleksi articulatio cubiti.

c. M. Biceps brachii

Otot ini bekerja sebagai fleksor paling penting pada articulatio cubiti dan supinator lengan bawah paling kuat pada posisi fleksi.

d. M. Triceps brachii dan M. Anconeus

Otot ini merupakan ekstensor articulatio cubiti yang paling penting karena insertinya pada Olecranon. Fungsi tersebut didukung sampai tingkat tertentu oleh kerja M. anconeus yang terbentang dari Caput lateralis humeri ke Olecranon dan sisi dorsal Ulna.

4.5.4 Otot Punggung

Otot punggung dibagi menjadi tiga bagian yaitu otot yang ikut mengangkat lengan, otot antara ruas tulang belakang dan iga, dan otot punggung sejati.

1. Otot yang ikut mengangkat lengan

a. M. Trapezius (otot kerudung)

Otot ini terdapat pada ruas-ruas tulang punggung yang berpangkal pada tulang kepala belakang dengan fungsi mengangkat dan menarik sendi bahu. Dinamakan trapezius karena bentuknya seperti bangun trapezium.

b. M. Latisimus dorsi (otot punggung leher)

Otot ini adalah otot yang panjang di bagian belakang toraks dan berperan penting dalam stabilitas bahu. Otot ini berpangkal pada ruas tulang punggung yang kelima dari bawah fascia lumborid, tepi tulang punggung dan iga III dibawah, gunanya menutupi ketiak bagian belakang, menengahkan dan memutar tulang pangkal lengan dalam.

c. M. Rhomboid (otot belah ketupat)

Otot ini membantu sebagai penghubung bilah bahu ke tulang iga dan tulang belakang. Otot ini menjaga

postur tubuh tetap baik. Otot ini beranggah pada taju duri, dari tulang leher, ruas tulang punggung, dari sini menuju ke pinggir tengah tulang belikat. Gunanya menggerakkan tulang belikat ke atas dan ke tengah.

2. Otot antara ruas tulang belakang dan iga

Otot ini bekerja untuk menggerakkan tulang iga atau otot bantu pernafasan, otot ini terdiri atas dua otot yaitu:

- a. M. Serratus posterior inferior (otot gergaji belakang bawah) adalah otot yang berfungsi untuk menarik tulang iga ke bawah waktu bernafas.
- b. M. Serratus posterior superior, otot ini menarik tulang iga ke atas waktu bernafas.

3. Otot punggung sejati

- a. M. Interspinalis transversi dan M. Semispinalis
Otot ini berfungsi untuk menggerakkan tulang ke belakang.
- b. M. Sakrospinalis (efektor spina)
Otot ini fungsinya memelihara dan menjaga kedudukan columna vertebrata dan pergerakan dari ruas tulang belakang.
- c. M. Quadratus lumborum
Otot yang terletak antara krista iliaka dan os kosta.

4.5.5 Otot Dada dan Perut

1. Otot dada

a. M. Pektoralis mayor (otot dada besar)

Otot ini berfungsi untuk memutar lengan ke arah dalam dan menengahkan, menarik lengan melalui dada dan merapatkan lengan ke dalam.

b. M. Pektoralis minor (otot dada kecil)

Otot ini berfungsi untuk menaikkan tulang belikat dan menekan bahu.

c. M. Serratus anterior (otot gergaji depan)

Otot ini berpangkal di iga 1-9 dan menuju ke sisi tengah tulang belikat, tetapi lebih banyak menuju ke bawah.

d. M. Intercostalis Externus

Otot ini berorigo di tepi inferior tiap os. costa sebelah lateral sulcus costa (ke arah inferior dan sternal) dan otot ini mempunyai fungsi untuk mengangkat costa ke atas.

e. M. Intercostalis Internus

Otot ini berorigo pada margo inferior tiap os. costa dan di sebelah dalam dari sulcus costalis (serabut ke bawah medial), mempunyai fungsi untuk menarik costa ke bawah.

f. M. Trasvensus Thoracis

Otot ini berorigo pada bagian posterior processus xyphoideus dan setengah bagian inferior corpus sterni dan otot ini berfungsi untuk menarik costa ke bawah.

2. Otot perut

Ada empat kelompok utama otot-otot perut yang digabungkan untuk benar-benar menutupi organ-organ internal dalam abdomen, yaitu otot:

a. Transversus abdominus

Ini adalah lapisan otot terdalam. Berperan penting dalam menstabilkan trunk dan menjaga tekanan perut internal.

b. Rektus abdominus

Merupakan otot yang tersampir antara tulang rusuk dan tulang kemaluan di bagian depan panggul. Otot ini memiliki karakteristik utama seperti benjolan atau tonjolan ketika melakukan kontraksi yang umumnya disebut 'six pack'. Abdominus rektus mempunyai fungsi untuk menggerakkan tubuh diantara tulang rusuk dan panggul.

c. Otot oblik eksternal

Otot ini berada di setiap sisi abdominus rektus. Otot-otot oblik eksternal bekerja untuk memungkinkan trunk untuk memutar, tetapi ke sisi berlawanan dari mana oblik eksternal adalah kontraktor, misalnya, kontrak miring eksternal yang tepat untuk mengubah tubuh ke kiri.

d. Otot oblik internal

Otot ini mengapit abdominus rektus dan berada di dalam tulang pinggul. Otot-otot ini bekerja dengan cara yang berlawanan dengan otot oblik eksternal, misalnya memutar trunk ke kiri membutuhkan oblik internal sisi kiri dan oblik eksternal sisi kanan berkontraksi bersama sama.

4.5.6 Otot Tungkai Atas

Otot-otot tungkai atas mempunyai selaput pembungkus yang sangat kuat dan disebut fasia lata yang terbagi atas beberapa golongan yaitu:

1. Otot abduktor, yang terdiri dari:
 - a. Muskulus abduktor maldanus di sebelah dalam
 - b. Muskulus abduktor brevis di sebelah tengah
 - c. Muskulus abduktor longus di sebelah luar

Ketiga otot ini bergabung menjadi satu yang disebut muskulus abduktor femoralis dan berfungsi untuk menyelaraskan gerakan abduksi dari femur.

2. Muskulus ekstensor (guadrisepts femoris) otot berkepala empat. Otot ini merupakan otot terbesar yang terdiri dari:
 - a. Muskulus rektus femoris
 - b. Muskulus vastus lateralis eksternal
 - c. Muskulus vastus medialis internal
 - d. Muskulus vastus intermedial

- e. Otot fleksor femoris, yang berada di bagian belakang paha dan terdiri dari otot-otot:
- Muskulus biceps femoris, otot berkepala dua, berfungsi untuk membengkokkan paha dan meluruskan tungkai bawah.
 - Muskulus semi membranous, otot seperti selaput, berfungsi untuk membengkokkan tungkai bawah.
 - Muskulus semi tendinosus, otot seperti urat, berfungsi untuk membengkokkan urat ke bawah serta memutar ke dalam.
 - Muskulus sartorius atau otot penjahit berfungsi untuk eksorotasi femur memutar ke luar pada waktu lutut mengetul, serta membantu pergerakan fleksi femur dan membengkokkan ke arah luar.

4.5.7 Otot Tungkai Bawah

Otot-otot tungkai bawah terdiri dari beberapa otot yaitu:

1. Tulang kering depan m. tibialis anterior berfungsi untuk mengangkat pinggir kaki sebelah tengah dan membengkokkan kaki.
2. Muskulus ekstensor talangus longus, yang berfungsi untuk meluruskan jari telunjuk ke tengah jari, jari manis dan kelingking kaki.
3. Otot kedang jempol, berfungsi untuk meluruskan ibu jari kaki.
4. Urat akiles atau tendon achilles, berfungsi untuk meluruskan kaki di sendi tumit dan membengkokkan tungkai bawah lutut (muskulus popliteus).
5. Otot ketul empu kaki panjang atau musculus falangus longus, otot ini berpangkal pada betis, uratnya melewati tulang jadi dan melekat pada ruas empu jari dan berfungsi untuk membengkokkan empu kaki.

6. Otot tulang betis belakang atau disebut musculus tibialis posterior. Otot ini berpangkal pada selaput antara tulang dan melekat pada pangkal tulang kaki. Otot ini mempunyai fungsi untuk membengkokkan kaki di sendi tumit dan telapak kaki di sebelah kanan dalam.
7. Otot kedang jari Bersama, yang terletak di punggung kaki dan berfungsi untuk meluruskan jari kaki (muskulus ekstensor falangus 1-5).

DAFTAR PUSTAKA

- Rokhana R, Kemalasari, Wardana P.S. (2009) *Identifikasi Sinyal Electromyograph (EMG) Pada Gerak Ekstensi-Fleksi Siku Dengan Metode Konvolusi dan Jaringan Syaraf Tiruan*, Kampus PENS ITS Sukolilo, Surabaya. (diakses 20 April 2023)
- Wiarso, G. (2013). *Fisiologi dan Olahraga*. Yogyakarta: Graha Ilmu (diakses 20 April 2023)
- Setiadi, (2007) *Anatomi dan Fisiologi Manusia*. Yogyakarta <https://akperkapuas.files.wordpress.com/2010/0/4/sist.com/>(diakses 20 April 2023)
- Sloane, Ethel (2003). *Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran. <https://adhyraphysio.wordpress.com/materi/miologi/otot->(diakses 20 April 2023)
- Pearce, Evelyn C. (2012). *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. [https://www.ilmudasar.com/2016/12/Pengertian-Struktur-Jenis-dan-Fungsi Otot.](https://www.ilmudasar.com/2016/12/Pengertian-Struktur-Jenis-dan-Fungsi-Otot.) (diakses 20 April 2023)
- Grays, Henry. (2008) *Anatomy of the human body 40th edition*. NEW YORK BARTLEBY.COM (online books). (diakses 20 April 2023)
- Dennis KB, Ninay K (2007) *Sistem Muskuloskeletal*. In Robbins, Kumar, Cotran. Buku Ajar Patologi Ed 7 Vol 2. Jakarta; EGC:2007. 846. (diakses 20 April 2023)
- Scanlon VC, Sanders T. (2007) *Essentials of Anatomy and Physiology*. Ed 5. Philadelphia: F. A. Davis Company; h. 124-6. (diakses 20 April 2023).
- Helmi ZN, (2013) *Buku Ajar Gangguan Muskuloskeletal Edisi Kedua*. Jakarta: Salemba Medika;2013. h. 506-7. (diakses 20 April 2023)

Arifin, S., Yani, S. (2013). *Atlas Anatomi Otot Manusia Untuk Fisioterapi*. PT Sejahtera Bersama Yuk. (diakses 20 April 2023)

Cummings, S. W., Crompton., Robin Huw, Wood., Bernard and Tangen., Christopher (Invalid Date). *Human Muscle System. Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/science/human-muscle-system>

BAB 5

SISTEM PENCERNAAN

Oleh Sapti Puspitarini

5.1 Pendahuluan

Nutrisi sangat diperlukan oleh tubuh guna kelangsungan hidup. Banyak sekali manfaat nutrisi makanan bagi tubuh, diantaranya sebagai sumber energi, pertumbuhan, perkembangan, dan perbaikan sel. Mayoritas nutrisi bersumber dari makanan yang masuk ke dalam tubuh. Makanan dan minuman harus diubah menjadi molekul nutrisi yang dapat diterima dan diserap oleh tubuh. Tubuh memerlukan alat dan bahan untuk memecah makanan, baik karbohidrat, protein, lemak, dan zat lainnya menjadi zat yang lebih sederhana. Alat dan bahan inilah yang terkelompokan dalam sistem pencernaan. Sistem pencernaan merupakan salah satu sistem tubuh yang bertugas untuk mengolah sumber makanan yang masuk ke dalam tubuh. Sistem pencernaan terdiri dari saluran gastrointestinal atau sering disebut juga dengan saluran pencernaan, serangkaian organ berongga yang tergabung dalam tabung panjang yang memutar dari mulut ke anus, termasuk juga hati, pankreas, dan kantong empedu, yang akan memproses makanan akan diproses untuk menjadi sumber nutrisi dalam tubuh dan siap untuk diedarkan di seluruh tubuh. Pada bab ini akan diperdalam materi tentang sistem pencernaan.

5.2 Proses pada Sistem Pencernaan

Proses pencernaan makanan berlangsung mulai dari mulut hingga anus. Selama diolah, makanan yang masuk ke tubuh akan diproses melalui enam aktivitas, meliputi menelan, pencernaan mekanik atau fisik, pencernaan kimiawi, penyerapan, proses sekresi, dan hingga ekskresi dalam bentuk buang air besar. Semua proses ini akan terjadi secara berkelanjutan ataupun dapat bekerja dalam satu waktu.

Proses makanan diawali dengan masuknya makanan pertama kali ke dalam saluran pencernaan melalui mulut. Di dalam mulut akan terjadi aktivitas fisik, kimiawi, dan proses sekresi. Proses fisik yang terjadi berupa makanan akan dihancurkan dengan bantuan gigi serta lidah untuk mengarahkan letak makanan. Selanjutnya proses sekresi berupa terjadinya sekresi cairan saliva oleh kelenjar saliva yang mendukung proses kimiawi pencernaan makanan. Cairan saliva mengandung enzim ptialin/amilase yang akan memecah karbohidrat kompleks dalam makanan menjadi karbohidrat sederhana. Hasil dari proses di dalam mulut bentuk makanan akan menjadi lebih lembut dan lembek karena adanya campuran dari cairan saliva. Bentuk makanan yang siap ditelan sering disebut dengan istilah bolus makanan. Setelah makanan selesai diproses di dalam mulut, selanjutnya makanan akan masuk ke kerongkongan.

Makanan akan berhasil masuk ke kerongkongan ketika lidah dan otot faring mendorongnya ke kerongkongan/esofagus. Proses menelan ini menjadi awal mula makanan masuk ke dalam tubuh hingga keluar terakhir dalam bentuk feses. Pada proses menelan ini terdapat peristiwa gelombang yang secara alami terjadi di dalam esofagus, yang disebut dengan gerakan peristaltik. Gerak peristaltik terjadi karena adanya gelombang kontraksi dan relaksasi otot polos dinding

pada kerongkongan yang berurutan dan bergantian yang bertugas untuk mendorong makanan masuk ke dalam lambung. Gerakan peristaltik sangat kuat sehingga makanan dan cairan yang tertelan tidak akan tumpah dan tetap masuk ke perut.

Setelah melalui esofagus dan mengalami gerak peristaltik, makanan akan masuk ke lambung. Seperti halnya di dalam mulut, makanan di dalam lambung akan diproses secara fisik, kimiawi, serta proses sekresi. Bolus-bolus makanan yang masuk ke lambung akan dihancurkan dan diaduk menjadi lebih lembut lagi melalui kontraksi otot-otot perut. Pada proses ini, lambung juga akan mensekresikan berbagai cairan yang bermanfaat untuk proses mencerna makanan. Cairan ini terdiri dari air, lendir, asam klorida, dan enzim pepsin. Pepsin merupakan enzim utama yang terlibat dalam pencernaan protein. Enzim ini akan memecah protein menjadi peptida dan asam amino yang lebih kecil yang dapat dengan mudah diserap di usus kecil. Pada awalnya pepsin disekresikan oleh sel-sel lambung dalam bentuk tidak aktif, yang dikenal dengan istilah pepsinogen. Selanjutnya cairan asam klorida (HCl) dari lambung berfungsi untuk dalam menciptakan pH yang dibutuhkan untuk aktivitas pepsin. Ketika pepsinogen dan asam klorida bertemu, maka pepsinogen akan menjadi aktif dan berubah menjadi pepsin. Selain berfungsi untuk mengaktifkan enzim pepsin, HCl juga berfungsi untuk membunuh bakteri yang masuk bersama makanan. Setelah makanan selesai diproses di dalam lambung, makanan akan siap masuk ke usus halus untuk mengalami proses penyerapan sari-sari makanan. Bentuk makanan yang akan masuk ke dalam usus biasanya disebut dengan istilah chyme.

Chyme dari lambung akan dilepaskan ke dalam duodenum melalui gerakan peristaltik oleh sel-sel lambung secara bertahap. Chyme akan di bolak-balik oleh usus halus

melalui kontraksi otot-otot usus halus, terutama kontraksi lokal otot sirkular lapisan muskularis saluran pencernaan. Kontraksi otot ini akan menyebabkan isi usus halus dibolak-balik sambil terus dibelah, dipecah, dan dicampur isinya. Kemudian cairan makanan ini akan masuk ke dalam lumen usus untuk mengalami proses penyerapan. Makanan yang telah dicerna dan memiliki nutrisi yang bermanfaat akan diserap dari lumen saluran pencernaan ke dalam aliran darah melalui sel epitel yang membentuk mukosa. Setelah semua nutrisi yang terdapat dalam makanan telah selesai diserap, sisa-sisa kandungan lain yang belum diserap akan berlanjut ke usus besar. Makanan akan masuk ke dalam usus besar untuk proses penyerapan mineral lain serta persiapan untuk dikeluarkan melalui anus. Sisa kandungan makanan yang diserap oleh usus besar antara lain, air dan elektrolit, memproduksi dan menyerap vitamin. Setelah semua kandungan yang dibutuhkan oleh tubuh sudah habis terserap dengan sempurna, maka sisa makanan akan dibentuk menjadi feses, dan akan didorong menuju rektum untuk dibuang.

5.3 Organ-organ Utama dalam Sistem Pencernaan

5.3.1 Mulut

Mulut merupakan organ dari sistem pencernaan yang pertama kali memproses makanan. Mulut meliputi rongga mulut, gigi, lidah, dan perbatasan dengan faring. Secara umum, struktur mulut terbagi atas dua bagian, yakni rongga depan dan rongga mulut. Rongga depan meliputi daerah gigi, bibir, dan pipi, sedangkan rongga mulut meliputi bagian mulut yang sebenarnya hingga ujung tenggorokan. Sebagian besar rongga mulut akan dijaga kelembabannya oleh sel-sel mukosa mulut dengan cara mensekresikan cairan mukus.

Fungsi mulut dalam proses pencernaan juga didukung oleh organ-organ aksesoris lain, seperti gigi, lidah, serta kelenjar saliva. Selain peran utamanya dalam asupan dan pencernaan awal makanan, mulut dan organ didalamnya sangat penting bagi manusia untuk pengucapan dan pengecapan.

5.3.2 Faring

Faring atau tenggorokan merupakan bagian tubuh berbentuk seperti pipa yang menghubungkan antara rongga mulut dan hidung dengan kerongkongan. Faring terbagi menjadi tiga bagian, yakni nasofaring, orofaring, dan hipofaring. Faring bertugas untuk mencegah makanan masuk ke dalam organ pernafasan saat ditelan. Tugas ini didukung oleh struktur faring yang terdiri dari dua lapisan otot rangka yang dilapisi dengan epitel skuamosa bertingkat. Ketika ada makanan yang siap untuk ditelan, maka saluran udara untuk sementara diblokir, sehingga makanan tidak akan masuk ke organ pernafasan. Selain mencegah makanan masuk ke dalam organ pernafasan, otot pada organ faring akan ikut mendorong makanan agar masuk ke dalam kerongkongan.

5.3.3 Esofagus

Esofagus atau kerongkongan merupakan organ pencernaan menghubungkan dari laringofaring ke lambung yang memiliki bentuk seperti tabung berotot. Otot-otot pada esofagus dikenal dengan istilah Sfingter. Selain berotot, kerongkongan juga dilapisi oleh selaput lendir dan epitel pelindung. Ketika ada makanan yang lewat di dalam kerongkongan, selaput lendir dan epitel pelindung akan tergantikan dengan yang baru. Ketika berada di kerongkongan, bolus makanan yang akan masuk ke dalam lambung akan didorong melalui kontraksi berirama dan relaksasi otot esofagus yang dikenal sebagai gerak peristaltik. Selain itu, esofagus juga tidak memiliki perlindungan dari

asam yang dihasilkan oleh lambung. Oleh karena itu, bentuk esofagus pada ujung bawah yang berbatasan dengan lambung akan menyempit untuk mencegah isi lambung memasuki kerongkongan. Sehingga otot-otot ujung bawah esofagus hanya akan mengendur/terbuka ketika ada makanan mendekati otot sfingter yang tertutup.

5.3.4 Lambung

Lambung atau perut merupakan salah satu organ dalam sistem pencernaan yang terdapat di setelah kerongkongan dan sebelum usus halus, dalam hal ini duodenum. Perut dikelilingi oleh otot-otot parasimpatis dan simpatik, yang bersifat antagonis (stimulant dan inhibitor) untuk mengatur aktivitas sekresi lambung dan motorik atau gerak lambung. Lambung mensekresikan beberapa cairan yang berfungsi dalam proses pencernaan, diantaranya air, lender, enzim-enzim protease, yakni enzim pepsin, dan asam klorida (HCl). HCl berfungsi untuk membunuh bakteri serta mengaktivasi enzim protease. Cairan HCl disekresikan oleh sel parietal dengan mengeluarkan ion hidrogen dan klorida. Pepsinogen merupakan enzim prekursor (zymogen) yang diproduksi oleh lambung, dan asam klorida lambung akan mengaktifkan enzim prekursor ini menjadi enzim pepsin yang memulai pencernaan protein. Namun sebenarnya HCl dan pepsinogen ini juga dapat merusak dinding lambung. Sehingga diperlukan lapisan pelindung lambung untuk melindungi lambung dari efek merusak dari bahan kimia pada lapisan dalam lambung. Oleh karena itu, lambung akan mensekresikan mukus yang berlimpah oleh kelenjar lambung sebagai pelindung lambung.

5.3.5 Usus kecil

Usus kecil merupakan organ dari sistem pencernaan yang bertugas menyerap nutrisi dari bahan makanan yang telah diproses oleh organ-organ sebelumnya. Usus kecil juga

menerima cairan empedu dan pankreas untuk membantu proses pencernaan. Otot-otot usus kecil akan mencampur makanan dengan cairan pencernaan dari pankreas, hati, dan usus. Dinding usus kecil menyerap nutrisi makanan yang telah dicerna dan dialirkan ke dalam aliran darah. Kemudian darah akan memberikan nutrisi tersebut ke seluruh tubuh.

Usus kecil tersusun atas tiga bagian, yakni duodenum, jejunum, dan ileum. Duodenum, merupakan bagian teratas yang bersambung dengan lambung. Pada bagian duodenum makanan akan dipersiapkan untuk proses penyerapan melalui tonjolan kecil seperti jari yang disebut vili. Bagian Jejunum bertugas khusus untuk penyerapan melalui lapisannya oleh enterosit. Selanjutnya bagian ileum akan menyerap vitamin B12, garam empedu, dan produk pencernaan apapun yang tidak diserap oleh jejunum.

5.3.6 Usus besar /Kolon

Usus besar terletak di setelah usus kecil dan di sebelum rektum. Usus besar terdiri atas bagian sekum, kolon asenden (kanan), kolon transversal (melintang), kolon desenden (kiri), dan kolon sigmoid. Usus besar bertanggung jawab untuk memproses sisa/limbah makanan hingga didorong ke rektum dan dikeluarkan melalui anus. Sisa makanan yang sudah selesai diproses dan diserap oleh usus halus, akan melewati usus besar untuk penyerapan zat-zat yang tersisa dan persiapan sampah makanan untuk dikeluarkan oleh rectum. Sisa makanan yang berbentuk cair akan diserap airnya oleh usus besar sehingga akan berakhir dalam bentuk padat. Kotoran akan disimpan pada bagian kolon sigmoid (berbentuk S) hingga dikosongkan dan didorong ke dalam rektum. Feses Sebagian besar merupakan sisa makanan, dan juga bakteri. Bakteri ini sangat berguna di sistem pencernaan, karena melakukan beberapa fungsi yang bermanfaat, seperti mensintesis berbagai vitamin, memproses produk limbah

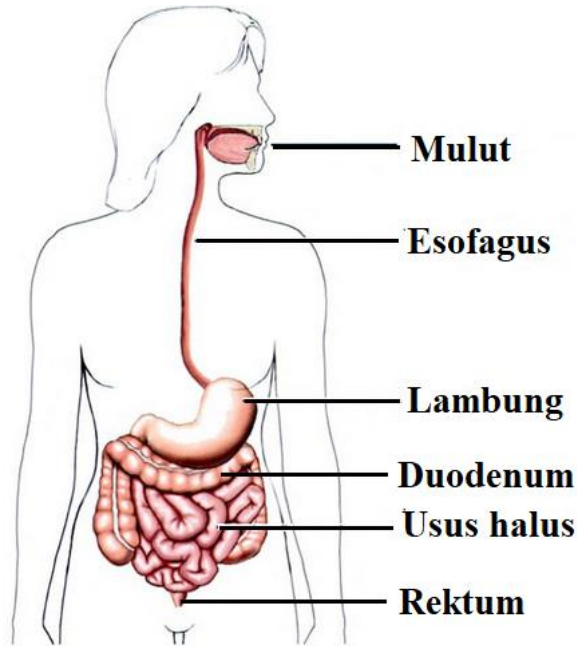
dan partikel makanan, serta melindungi dari bakteri berbahaya. Bakteri ini sering dikenal dengan istilah microbiota.

5.3.7 Rektum

Rektum merupakan organ dari sistem pencernaan yang menghubungkan usus besar ke anus. Rektum bertugas rektum untuk menerima feses dari usus besar, dan akan memberikan sinyal ke otak bahwa ada feses yang akan dikeluarkan (dibuang). Selain itu, rectum juga akan menahan feses sampai terjadi proses pengeluaran feses. Ketika ada gas atau feses masuk ke rektum, sensor mengirim pesan ke otak. Kemudian otak akan memutuskan apakah isi rektum bisa dikeluarkan atau tidak. Jika bisa, maka otot sfingter akan mengendur dan rektum berkontraksi, sehingga feses akan keluar. Namun, jika belum isinya waktunya untuk dibuang, sensasi kontraksi otot sfingter dan rektum akan hilang.

5.3.8 Anus

Anus merupakan organ terakhir dari saluran pencernaan. Anus terdiri dari otot-otot dasar panggul dan dua otot sfingter internal dan eksternal. Otot dasar panggul berfungsi untuk membentuk sudut antara rektum dan anus, sehingga feses akan berhenti di rektum dan tidak keluar jika belum waktunya. Otot-otot sfingter mengelilingi anus untuk mengontrol keluarnya feses. Otot sfingter internal berfungsi untuk mendorong feses keluar, sedangkan otot sfingter eksternal berfungsi untuk menahan feses sebelum sampai tempat untuk dikeluarkan. Sehingga keseimbangan dan control kedua otot ini sangat penting agar feses dikeluarkan tepat pada tempatnya.



Gambar 5.1. Organ utama sistem Pencernaan
(Sumber : Hoffmann, 2009)

5.4 Organ-organ Pendukung dalam Sistem Pencernaan

5.4.1 Gigi

Gigi merupakan organ ektodermal yang memiliki struktur keras, terletak di mulut. Gigi salah satu organ penting yang mendukung sistem pencernaan karena gigi berfungsi untuk membantu menghaluskan makanan, melalui gerakan menggigit, merobek, dan mengunyah, menjadi partikel makanan yang mudah dicerna. Peran gigi dalam sistem pencernaan adalah untuk memecah makanan secara fisik, sehingga lebih mudah bagi enzim pencernaan untuk memecah dan mengekstraksi nutrisi. Proses mengunyah juga akan membantu melepaskan lebih banyak nutrisi dari

makanan dan membuatnya lebih mudah diserap tubuh. Selain itu, mengunyah juga dapat merangsang produksi air liur.

Gigi memiliki beberapa lapisan jaringan, termasuk enamel (lapisan luar yang keras), dentin (lapisan dalam yang lebih lembut), dan jaringan lunak berupa jaringan pulpa pada bagian tengah gigi. Gigi tersusun dalam berbagai bentuk dan ukuran yang memiliki fungsi yang berbeda. Terdapat empat jenis gigi utama pada manusia, yakni gigi seri untuk menggigit dan memotong makanan; gigi taring untuk merobek makanan; gigi premolar untuk menghancurkan dan menggiling; dan gigi geraham untuk menggiling dan mengunyah. Selama hidup manusia akan memiliki dua pasang gigi, yakni gigi susu dan gigi permanen. Gigi susu akan tumbuh pada masa kanak-kanak, dan bersifat sementara. Gigi susu berjumlah 20 gigi. Selanjutnya gigi permanen akan menggantikan ketika sudah memasuki usia pubertas. Jumlah gigi permanen sebanyak 32 gigi. Kebersihan mulut yang tepat, termasuk menyikat gigi dan flossing secara teratur, penting untuk menjaga kesehatan gigi dan mencegah masalah seperti gigi berlubang dan penyakit gusi yang dapat berdampak negatif pada pencernaan dan kesehatan usus.

5.4.2 Lidah

Lidah terdiri dari otot lurik dan menempati dasar mulut. Lidah terbentuk dari otot sadar yang melekat dengan lipatan, yang disebut frenulum, ke dasar mulut. Organ lidah pada sistem pencernaan berfungsi untuk memfasilitasi pergerakan makanan selama pengunyahan dan membantu menelan. Selain itu, fungsi penting lain dari lidah adalah sebagai indra pengecap dan pengucapan. Permukaan mukosa dorsal lidah terdiri dari epitel skuamosa bertingkat, dengan banyak papila dan pengecap.

5.4.3 Kelenjar Saliva

Kelenjar saliva manusia memainkan peran penting dalam tahap pertama proses pencernaan yang terjadi di bagian atas saluran pencernaan. Di dalam rongga mulut, makanan yang dicerna dipecah-pecah dengan pengunyahan dan dicampur dengan air liur untuk membentuk bolus makanan yang dapat dengan mudah dipindahkan dari mulut ke lambung dengan cara ditelan. Proses pencampuran partikel makanan yang bercampur dengan air liur serta terreaksi enzim pencernaan sangat penting untuk pembentukan bolus makanan.

Cairan saliva dihasilkan oleh tiga pasang kelenjar ludah utama, parotid, submandibular, dan kelenjar sublingual, yang bersama-sama menyumbang sekitar 90% dari produksi cairan. Saliva memainkan peran penting dalam proses pencernaan rasa, pemecahan awal makanan, mengunyah, pembentukan bolus dan menelan. Pada proses pencernaan rasa, saliva bertugas sebagai pelarut rasa dalam makanan menjadi partikel-partikel yang dapat diterima dan diproses oleh sel-sel reseptor rasa di papila lidah. Rasa yang tercipta menjadi stimulan kuat untuk sekresi air liur yang memainkan peran penting dalam persepsi dan kepekaan rasa. Sensasi pengecap diaktifkan selama fase awal konsumsi makanan, yang penting untuk membedakan nutrisi penting dari zat berbahaya dan berpotensi beracun.. Selain itu, Saliva juga melindungi reseptor rasa dari pengeringan, kerusakan mekanis, dan infeksi bakteri.

Selain sebagai zat pelarut, saliva juga mengandung enzim-enzim yang bertugas dalam proses pencernaan makanan. Salah satu enzim saliva yang paling menonjol adalah α -amilase. Enzim ini berfungsi untuk yang memecah pati menjadi maltosa larut dan dekstrin dengan membelah ikatan α -(1-4) glikosidik. Saliva α -amilase disekresikan pada stimulasi saraf otonom sel asinar serosa kelenjar parotis dan

pada tingkat yang lebih rendah pada kelenjar submandibular. Saliva α -amilase juga dianggap berperan dalam kesehatan mulut, karena mengikat streptokokus, dan terlibat dalam modulasi adhesi bakteri pada permukaan mulut.

5.4.4 Hepar

Organ hepar memiliki tanggung jawab dalam proses pencernaan yaitu memproduksi dan mensekresikan cairan empedu. Empedu dari hati yang dikeluarkan ke usus kecil melalui kantong empedu juga berperan penting dalam mencerna lemak dan beberapa vitamin. Cairan empedu pada mulanya berbentuk garam empedu yang bersifat netral yang diproduksi oleh sel-sel hepar. Selanjutnya gara mini akan bercampur dengan kolesterol, bilirubin, air, garam empedu, fosfolipid, dan ion membentuk cairan empedu. Selain itu, hepar juga bertugas untuk mendetoksifikasi darah yang mengandung nutrisi yang baru diserap yang berasal dari usus halus dari bahan kimia yang berpotensi berbahaya. Jika hepar mengalami kerusakan, maka banyak obat yang tidak terdetoksifikasi oleh hepar, sehingga dapat menjadi racun bagi tubuh.

5.4.5 Kantong Empedu

Kantong empedu mengumpulkan dan menyimpan empedu dari hati, dan kemudian melepaskannya ke duodenum di usus kecil untuk membantu menyerap dan mencerna lemak. Adanya stimulasi usus kecil karena makanan berlemak dan protein menyebabkan kantong empedu akan menyalurkan cairan empedu ke dalam duodenum. Empedu adalah cairan basa yang diproduksi terus-menerus oleh hati yang fungsi utamanya adalah membantu pencernaan dan penyerapan lipid. Hal ini dikarenakan lipid tidak larut dalam air, maka empedu akan mengemulsi lemak agar larut dalam air. Selain membantu proses pencernaan lemak, cairan empedu juga berfungsi

untuk membunuh bakteri patogen dan menetralkan pH makanan.

5.4.6 Pankreas

Pankreas merupakan organ pendukung sistem pencernaan yang bertugas untuk mengeluarkan enzim-enzim pencernaan ke dalam duodenum yang memecah protein, lemak, dan karbohidrat. Enzim-enzim tersebut yakni, enzim lipase, protease, dan amilase. Selain enzim, pancreas juga mensekresikan hormon **gastrin dan amylin**. Hormon amylin terbentuk dalam sel beta pancreas, yang bertugas untuk membantu mengendalikan nafsu makan dan pengosongan lambung. Sedangkan hormon gastrin banyak terbentuk pada sel G organ lambung, dan juga oleh organ pankreas. Hormon gastrin berfungsi untuk merangsang perut memproduksi asam lambung. Selain bekerja sistem pencernaan langsung, pankreas juga memiliki tugas lanjutan setelah nutrisi sudah diserap oleh pembuluh darah. Tugas ini adalah menjaga keseimbangan gula darah di dalam tubuh melalui sekresi hormon insulin dan glukagon.

5.5 Mikrobiota Pencernaan

Selain organ-organ utama dan pendamping di sistem pencernaan. Para peneliti sepakat bahwa bakteri pada saluran pencernaan juga membantu pencernaan. Mikrobioma usus / mikrobiota membantu dalam proses memecah karbohidrat kompleks, protein, dan lemak pada tingkat yang lebih rendah yang mencapai saluran pencernaan bagian bawah. Mayoritas mikrobiota akan menempati kolon. Hal ini karena kolon menjadi tempat fermentasi utama, waktu transit dan pH yang relatif tinggi, serta pergantian sel yang rendah dan potensi redoks menyediakan kondisi yang lebih baik untuk proliferasi bakteri. Sebagian besar kontribusi mikrobiota

pada sistem pencernaan juga terkait dengan metabolisme mikroba. Hasil dari metabolisme mikroba dari substrat eksogen dan endogen menjadi nutrisi yang dapat digunakan oleh tubuh. Selain menjadi nutrisi, hasil metabolisme mikroba juga dapat berefek pada sistem kekebalan melalui dampak fisiologi tubuh dan ekspresi gen sel tubuh.

5.6 Gangguan Sistem Pencernaan

Gangguan sistem pencernaan dapat terjadi pada seluruh organ yang berfungsi pada sistem pencernaan. Berbagai faktor dapat menjadi penyebab gangguan pada sistem pencernaan, seperti bakteri, salah pola makan, serta kelainan alat pencernaan. Berikut beberapa macam gangguan yang dapat terjadi pada organ pencernaan.

1. Glositis

Glositis merupakan kondisi peradangan yang terjadi pada lidah. Kondisi ini ditandai dengan adanya depapilasi serta sensasi terbakar / sakit pada lidah. Glositis juga dapat menyebabkan kerusakan pada papila lidah. Terjadinya glositis akan mengganggu proses pencernaan karena sulitnya memroses makanan di dalam mulut ketika lidah sakit. Glositis terjadi karena beberapa faktor, seperti infeksi, kekurangan zat besi, hingga alergi. Oleh karena itu, kondisi lidah, dan mulut pada umumnya perlu dijaga kebersihannya dan makan makanan yang bernutrisi.

2. Esofagitis refluks dan GERD

Esofagitis refluks adalah kondisi inflamasi pada mukosa esofagus akibat penyakit refluks gastroesofagus (GERD). Meski keduanya merupakan dua penyakit yang berbeda, tetapi saling berkaitan. Refluks gastroesofagus

adalah peristiwa masuknya isi lambung ke dalam esofagus. Kondisi ini dapat terjadi karena adanya kelainan pada otot sfingter esofagus bagian bawah yang mengatur mengendur dan menutupnya bagian bawah esofagus. Faktor lain dapat berupa konsumsi obat-obatan, alkohol, rokok, dan kehamilan. Esofagitis refluks dan GERD ditandai dengan nyeri dada, mual, muntah, sakit perut epigastrik / pada ulu hati, serta penurunan nafsu makan. Beberapa hal yang dapat mengantisipasi kondisi ini antara lain menghindari makanan yang mengandung alkohol, mengatur jadwal makan, menjaga berat badan, dan meninggikan kepala saat tidur.

3. Kolesistitis

Kolesistitis adalah gangguan pada organ kantung empedu akibat adanya penumpukan cairan empedu dalam kantong empedu serta tidak dapat dikeluarkan. Kolesistitis kerap kali ada hubungannya dengan adanya batu empedu yang menghalangi proses pengosongan empedu. Kolesistitis ditandai dengan rasa nyeri pada perut kanan atas yang dapat menjalar hingga bagian bahu. Salah satu pengobatan yang sering dilakukan adalah pengangkatan kantong empedu.

DAFTAR PUSTAKA

- Azer, Samy A., and Anil Kumar Reddy Reddivari. 2023. "Reflux Esophagitis." In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554462/>.
- Azzouz, Laura L., and Sandeep Sharma. 2023. "Physiology, Large Intestine." In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507857/>.
- Carlson, Bruce M. 2019. "Chapter 12 - The Digestive System." In *The Human Body*, edited by Bruce M. Carlson, 321–55. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804254-0.00012-0>.
- Hoffmann, Gretchen. 2009. *Digestive System*. Marshall Cavendish.
- Hunt, R H, M Camilleri, S E Crowe, E M El-Omar, J G Fox, E J Kuipers, P Malfertheiner, et al. 2015. "The Stomach in Health and Disease." *Gut* 64 (10): 1650–68.
<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2014-307595>.
- Jones, Mark W., Rafaella Genova, and Maria C. O'Rourke. 2023. "Acute Cholecystitis." In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459171/>.
- Matsuo, R. 2000. "Role of Saliva in the Maintenance of Taste Sensitivity." *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine* 11 (2): 216–29.
<https://doi.org/10.1177/10454411000110020501>.

- Pedersen, Aml, Ce Sørensen, Gb Proctor, and Gh Carpenter. 2018. "Salivary Functions in Mastication, Taste and Textural Perception, Swallowing and Initial Digestion." *Oral Diseases* 24 (8): 1399–1416. <https://doi.org/10.1111/odi.12867>.
- Rinninella, Emanuele, Pauline Raoul, Marco Cintoni, Francesco Franceschi, Giacinto Abele Donato Miggiano, Antonio Gasbarrini, and Maria Cristina Mele. 2019. "What Is the Healthy Gut Microbiota Composition? A Changing Ecosystem across Age, Environment, Diet, and Diseases." *Microorganisms* 7 (1): 14. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7010014>.
- Rose, Simon. 2019. *Digestive System*. Weigl Publishers.
- Santoro, Aurelia, Rita Ostan, Marco Candela, Elena Biagi, Patrizia Brigidi, Miriam Capri, and Claudio Franceschi. 2018. "Gut Microbiota Changes in the Extreme Decades of Human Life: A Focus on Centenarians." *Cellular and Molecular Life Sciences* 75 (1): 129–48. <https://doi.org/10.1007/s00018-017-2674-y>.
- Sharabi, Alaa F., and Ryan Winters. 2023. "Glossitis." In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560627/>.
- Terra, Walter R., and Clélia Ferreira. 2009. "Chapter 74 - Digestive System." In *Encyclopedia of Insects (Second Edition)*, edited by Vincent H. Resh and Ring T. Cardé, 273–81. San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00083-7>.
- Thursby, Elizabeth, and Nathalie Juge. 2017. "Introduction to the Human Gut Microbiota." *Biochemical Journal* 474 (11): 1823. <https://doi.org/10.1042/BCJ20160510>.

BAB 6

SISTEM PERNAPASAN PADA MANUSIA

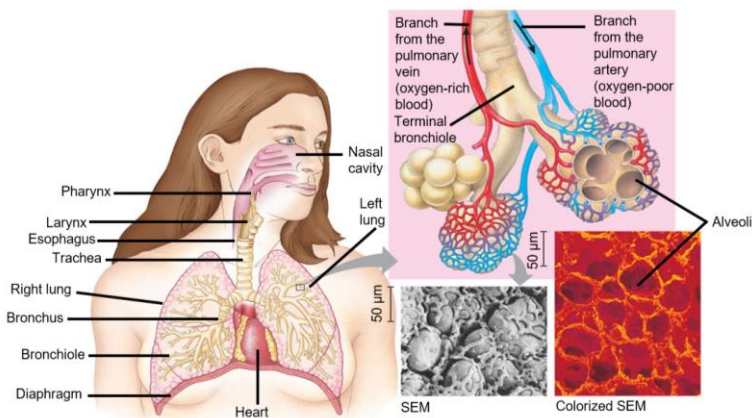
Oleh Hida Arliani

6.1 Pendahuluan

Sistem pernapasan sama halnya seperti sistem organ lain yang memiliki susunan rumit dan kompleks. Setiap sel dan jaringan penyusun sistem pernapasan memiliki struktur yang menunjang fungsinya masing-masing. Hal inilah yang menjadikan sistem pernapasan yang terkoordinasi dengan sistem lainnya menjadi hal yang sangat istimewa dalam memberikan topangan bagi kehidupan seluruh manusia. Fungsi utama sistem pernapasan yakni untuk mendapatkan oksigen dari udara luar bagi proses metabolisme di dalam jaringan tubuh dan membuang karbondioksida dari dalam tubuh ke lingkungan luar (Fernandez and Saturti, 2018). Sistem pernapasan tidak hanya berperan sebagai pertukaran gas saja, oksigen yang dikirimkan ke sel tubuh akan digunakan dalam proses respirasi seluler untuk memproduksi ATP sehingga manusia dapat melakukan aktivitasnya sehari-hari. Sistem pernapasan pun akan berkoordinasi dengan sistem peredaran darah dalam hal penyaluran oksigen dan pelepasan karbondioksida ke dalam dan luar sel.

6.2 Anatomi Sistem Pernapasan

Sistem respirasi atas dan sistem respirasi bawah merupakan bagian dari sistem pernapasan manusia (Fernandez and Saturti, 2018). Sistem respirasi atas merupakan bagian luar rongga dada. Sistem respirasi ini terdiri dari hidung, rongga hidung, faring, laring, dan trakea atas, sedangkan sistem respirasi bawah terdiri dari bagian dalam rongga dada. Bagian ini tersusun atas trakea bawah dan paru-paru termasuk di dalamnya pembuluh bronchial dan alveoli (Gambar 6.1). Komponen sistem respirasi diantaranya tulang dada, otot-otot terkait dengan sistem pernapasan, dan saluran udara (Ansori, 2015).

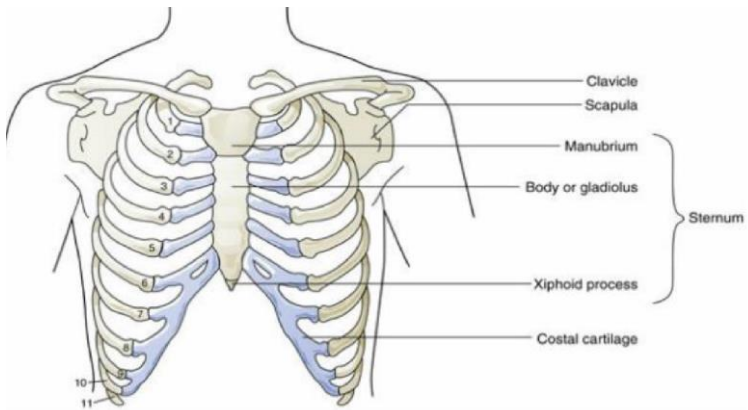


Gambar 6.1. Sistem Pernapasan Manusia
(Campbell *et al.*, 2020)

6.2.1 Tulang-Tulang Dada

Tulang-tulang dada terdiri dari toraks, sternum, dan rusuk. Serangkaian tulang dada yang melindungi organ utama sistem respirasi serta menyediakan tempat melekat bagi otot-otot pernapasan membentuk toraks. Sangkar toraks tersebut berbentuk kerucut pada daerah aspek superior dan inferior sedangkan pada aspek transversalnya berbentuk seperti ginjal (Arya, 2015).

Sternum merupakan bagian dari tulang dada yang berbentuk pipih dan dapat ditemukan pada bagian tengah tulang dada anterior. Sternum terdiri dari tiga bagian utama yakni manubrium, korpus sterni, dan prosesus xipoides (Gambar 6.2). Manubrium merupakan bagian sternum yang paling tebal serta pada bagian bawah manubrium terdapat badan utama dari sternum yang disebut dengan korpus sterni (Robinson and Furlow, 2007).



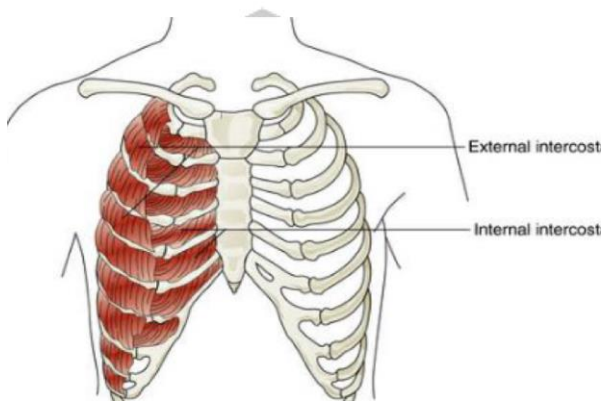
Gambar 6.2. Tulang Dada : Sternum (Hillegass, 2017)

Tulang rusuk manusia terdiri dari 12 pasang, berbentuk pipih dan melengkung. Terdiri dari tulang rusuk sejati, tulang rusuk tidak sejati, dan tulang rusuk melayang. Tulang rusuk sejati terdiri dari 7 tulang pertama yang melekat pada tulang rawan kosta ke tulang dada. Tulang rusuk tidak sejati yaitu tiga tulang rusuk ke bawah, dan dua tulang rusuk terakhir disebut sebagai tulang rusuk melayang (Ansori, 2015).

6.2.2 Otot-otot Bantu Pernapasan

Komponen sistem respirasi selain tulang-tulang dada yakni otot bantu pernapasan. Otot-otot yang berfungsi dalam sistem respirasi diantaranya otot diafragma, otot interkostal baik eksternal maupun internal, serta otot perut.

Otot utama yang berperan dalam proses inspirasi atau proses inhalasi yakni otot diafragma. Otot diafragma memisahkan rongga dada dan perut dengan membentuk kubah muskulotendinous yang membentuk dasar toraks. Otot diafragma dan interkosta internal merupakan otot yang penting. Kedua otot ini memiliki peran untuk mencapai proses aktif inspirasi saat istirahat, sedangkan untuk menghasilkan proses inspirasi yang lebih kuat selama kegiatan atau bila terdapat permasalahan saat bernapas terdapat otot aksesori yang membantu proses inspirasi. Otot interkostal eksternal berada pada batas bawah tulang rusuk dan menempel pada batas atas tulang rusuk di bawahnya (Gambar 6.3). Kontraksi yang disebabkan oleh otot-otot interkostal eksternal akan menarik tulang rusuk bagian bawah ke atas dan keluar menuju tulang rusuk atas sehingga tulang rusuk terangkat dan dada melebar (Arya, 2015).



Gambar 6.3. Otot Interkostal (Hillegass, 2017)

6.2.3 Saluran Udara

Komponen dalam sistem pernapasan terdiri dari hidung termasuk rongga hidung dan sinus, faring, laring, trakea, dan saluran yang mengarah ke paru-paru.

Udara yang dihirup saat proses bernapas akan masuk ke dalam lubang hidung menuju rongga hidung. Saat udara masuk melalui lubang hidung, udara akan disaring oleh rambut hidung. Selain itu, rongga hidung pun dilapisi selaput lendir. Selaput lendir ini memiliki peranan dalam memerangkap partikel kecil biasanya berupa kotoran yang terbawa masuk bersama udara. Pada rongga hidung pun terdapat sinus yang memiliki fungsi untuk membantu menghangatkan dan melembabkan udara yang dihirup. Sehingga udara yang masuk ke dalam tubuh manusia mendapatkan penyesuaian suhu terlebih dahulu.

Faring dan laring merupakan saluran selanjutnya yang dilewati udara setelah masuk melalui rongga hidung. Pada faring terdapat cabang dari dua saluran yakni saluran pernapasan (nasofarings) dan saluran pencernaan (orofarings). Fungsi utama dari faring yakni sebagai penyedia saluran untuk keluar masuknya udara dan sebagai jalan bagi makanan dan minuman. Posisi laring terdapat di bagian belakang faring merupakan saluran yang dikelilingi oleh tulang rawan. Laring berperan dalam produksi suara dan sebagai tempat keluar masuknya udara. Selain itu, laring memiliki fungsi untuk mencegah benda asing masuk ke dalam trakea dan saluran pernapasan bagian bawah.

Trakea merupakan saluran utama ke paru-paru yang letaknya di depan kerongkongan. Trakea berbentuk pipa dengan dinding yang tipis serta panjang sekitar 10 cm (Ansori, 2015). Pada bukaan trakea ini terdapat katup epiglotis yang berfungsi untuk mencegah masuknya makanan dan cairan yang akan memasuki trakea. Selain itu terdapat cincin atau lingkaran tulang rawan yang berfungsi untuk menjaga jalan napas agar tetap terbuka. Udara yang melewati trakea selanjutnya akan memasuki bronkus yang merupakan bagian dari paru-paru.

Paru-paru terletak pada rongga dada dekat dengan organ jantung dan dilindungi oleh tulang rusuk. Paru-paru terletak di bagian kanan dan kiri rongga dada. Paru-paru kanan terdiri dari tiga lobus mayor sedangkan paru-paru kiri hanya memiliki dua lobus berfungsi untuk memberi ruang bagi jantung. Paru-paru terdiri atas beberapa bagian diantaranya trakea, bronkus, bronkiolus dan alveolus. Alveolus merupakan unit fungsional dari paru-paru yang berfungsi sebagai tempat pertukaran oksigen dan karbondioksida dalam sistem respirasi. Paru-paru diselimuti oleh pleura (selaput ganda). Ciri khas pleura mengandung banyak kapiler dan pembuluh limfe. Di dalam rongga pleura terdapat cairan yang membantu mengurangi gesekan jaringan selama gerakan pernapasan (Fernandez and Saturti, 2018).

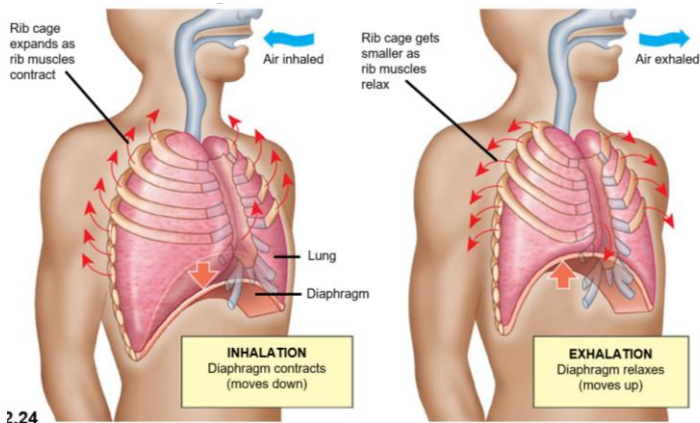
6.3 Fisiologi Sistem Pernapasan

Pernapasan didefinisikan sebagai proses pengambilan oksigen dan pengeluaran karbondioksida dan air sebagai hasil metabolisme ke lingkungan (Pearce, 2019). Melalui proses pernapasan pun terjadi proses pengeluaran karbondioksida hingga penggunaan energi di dalam tubuh. Sistem pernapasan memiliki beberapa peranan diantaranya transport udara dari dan ke permukaan paru, menyediakan area yang memadai sebagai tempat pertukaran gas antara darah dan udara, memberi perlindungan pada permukaan pernapasan dari berbagai variasi lingkungan, mempertahankan sistem pernapasan dari patogen mikroorganisme, memproduksi suara, membantu kontrol pH cairan tubuh, membantu dalam tekanan darah dan regulasi volume (Ansori, 2015).

Proses respirasi diuraikan pada proses ventilasi, difusi, dan perfusi yang saling berkaitan proses yang satu dengan yang lain. Pada proses ventilasi terjadi proses keluar masuknya udara di dalam paru-paru sedangkan pada proses difusi terjadi perpindahan oksigen dari alveolus ke dalam darah juga keluarnya karbondioksida dari darah ke alveolus. Kedua proses ini terkait dengan perfusi yakni proses distribusi darah yang telah teroksigenasi di dalam paru untuk dialirkan keseluruh tubuh (Braswell, 2017).

6.4 Mekanisme Sistem Pernapasan

Proses inspirasi dan ekspirasi atau dikenal juga dengan proses inhalasi dan exhalasi merupakan mekanisme dari sistem pernapasan. Pada saat proses inhalasi yakni ketika udara masuk ke paru-paru, otot antar tulang rusuk berkontraksi dan terangkat sehingga volume rongga dada meningkat bertambah besar, sedangkan tekanan rongga dada menjadi lebih kecil dari tekanan udara luar. Akibatnya udara mengalir dari lingkungan luar ke dalam paru-paru. Pada proses exhalasi yakni ketika udara keluar dari paru-paru, otot antar tulang rusuk akan kembali ke posisi semula (relaksasi) sehingga volume rongga dada akan mengecil sedangkan tekanan menjadi lebih besar. Tekanan ini akan mendesak dinding paru-paru dan menyebabkan udara dalam rongga paru-paru terdorong ke luar (Gambar 6.4).



2.24

Gambar 6.4. Proses inhalasi dan exhalasi
(Campbell *et al.*, 2020)

Pertukaran Oksigen dan Karbondioksida dalam Pernapasan

Setiap manusia memiliki kebutuhan akan jumlah oksigen yang diambil melalui udara. Hal tersebut akan bergantung pada jenis kelamin, ukuran tubuh, jenis pekerjaan, serta jumlah makanan maupun berbagai jenis makanan yang dikonsumsi. Oksigen yang diperlukan oleh tubuh manusia akan berdifusi masuk ke dalam kapiler darah yang menyelimuti alveolus. Oksigen ini kemudian akan diikat oleh hemoglobin untuk selanjutnya diangkut menuju ke jaringan dan sel-sel tubuh.

Pengikatan oksigen oleh hemoglobin dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kadar oksigen, kadar karbondioksida, tekanan oksigen, perbedaan kadar oksigen dalam jaringan, dan kadar oksigen di udara. Selain itu, proses difusi oksigen ke dalam arteri dan difusi karbondioksida dari arteri akan dipengaruhi juga oleh tekanan oksigen dalam udara inspirasi. Oksigen dapat masuk ke paru-paru melalui difusi berdasarkan penjelasan perbedaan tekanan.

Tekanan oksigen di lingkungan sebesar 160 mmHg lebih tinggi dari pada tekanan oksigen dalam alveolus paru-paru dan arteri yang hanya 104 mm Hg. Oleh karena itu, oksigen dapat masuk ke paru-paru secara difusi. Setelah masuk ke paru-paru, oksigen akan mengalir melewati vena pulmonalis yang tekanan oksigennya 104 mm kemudian menuju ke jantung. Dari jantung oksigen mengalir lewat arteri sistemik yang tekanan oksigen 104 mm hg menuju ke jaringan tubuh yang tekanan oksigennya 0 - 40 mm hg. Di jaringan, oksigen ini kemudian akan dipergunakan dalam proses metabolisme. Hasil dari proses metabolisme yakni karbondioksida yang berada di jaringan, akan mengalir melewati vena sistemik ke jantung. Tekanan karbondioksida di jaringan di atas 45 mm hg, lebih tinggi dibandingkan vena sistemik yang hanya 45 mm Hg. Dari jantung, karbondioksida mengalir lewat arteri pulmonalis yang tekanan oksigennya sama yaitu 45 mm hg. Dari arteri pulmonalis karbondioksida masuk ke paru-paru lalu dilepaskan ke udara bebas. Melalui proses tersebut maka proses pertukaran oksigen dan karbondioksida dapat terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori (2015) 'Anatomi Sistem Respirasi', *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 3(April), pp. 49–58.
- Arya, D. P. (2015) 'Organization of the pulmonary system'.
- Braswell, C. A. (2017) 'The respiratory system', *Treatment and Care of the Geriatric Veterinary Patient*, pp. 127–144. doi: 10.1002/9781119187240.ch13.
- Campbell, N. A. *et al.* (2020) *12th. Campbell Biology, Biology*.
- Fernandez, G. J. and Saturti, T. I. A. (2018) 'Sistem Pernafasan', *Histologi Dasar*, (1102005203), pp. 3–12.
- Pearce, S. & B. (2019) 'Modul Teori Anatomi Fisiologi', 2019, pp. 20–25.
- Robinson, N. E. and Furlow, P. W. (2007) *Anatomy of the respiratory system, Equine Respiratory Medicine and Surgery*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-0-7020-2759-8.50006-4.

BAB 7

SISTEM SIRKULASI PADA MANUSIA

Oleh Wira Daramatasia

7.1 Pendahuluan

Anatomi dan fisiologi sistem sirkulasi manusia mengacu pada struktur dan fungsi komponen yang terlibat dalam sirkulasi. Anatomi sistem peredaran darah meliputi organ seperti jantung, pembuluh darah (arteri, vena dan kapiler) dan komponen darah. Jantung berperan sebagai pompa utama yang memompa darah ke seluruh tubuh melalui arteri dan mengembalikannya melalui vena. Arteri membawa darah yang mengandung oksigen dari jantung ke organ dan jaringan tubuh, sedangkan vena membawa darah yang mengandung karbon dioksida kembali ke jantung. Kapiler adalah pembuluh darah yang sangat kecil yang memungkinkan pertukaran zat antara darah dan jaringan tubuh.

Fisiologi sistem sirkulasi manusia mencakup fungsi-fungsi yang terjadi pada sistem ini. Proses utamanya adalah pergerakan darah, pengangkutan oksigen dan nutrisi ke jaringan tubuh, pertukaran gas di paru-paru, dan pengangkutan limbah dan karbon dioksida untuk dikeluarkan dari tubuh. Sel darah merah mengikat oksigen dan mengangkutnya ke seluruh tubuh, sedangkan darah yang mengandung karbondioksida dikumpulkan dan diangkut ke paru-paru untuk mengeluarkan karbondioksida dan memperoleh oksigen (Barret *et al.*, 2015).

Memahami anatomi dan fisiologi sistem peredaran darah manusia penting dalam menganalisis fungsi normal dan gangguan sistem peredaran darah. Mendukung diagnosis, pengobatan dan pencegahan penyakit kardiovaskular dan pemahaman tentang distribusi nutrisi, oksigen, dan zat lain dalam tubuh (Gilroy, 2021).

7.2 Anatomi Sistem Sirkulasi

Anatomi sistem peredaran darah meliputi organ seperti jantung, pembuluh darah (arteri, vena dan kapiler) dan komponen darah. Jantung adalah organ berotot yang bertanggung jawab untuk memompa darah ke seluruh tubuh manusia. Morfologi jantung mencakup struktur dan komponen utama yang terdapat dalam organ jantung. Berikut adalah morfologi jantung (Barret *et al.*, 2015):

1. Bentuk Jantung seperti piramida atau kerucut, dengan bagian pangkal atas yang tumpul disebut basis cordis, dan bagian bawah yang sedikit tajam disebut apex cordis.
2. Ukuran jantung Ukuran jantung bervariasi tergantung pada usia, jenis kelamin, dan kondisi individu, ukuran jantung pada orang dewasa sehat memiliki panjang sekitar 12-14 cm, lebar sekitar 8-9 cm, dan ketebalan sekitar 6 cm, beratnya kira-kira 250-300 gram.
3. Letak jantung berada di dalam rongga dada bagian depan (cavum mediastinum anterior), sisi kiri dari pertengahan rongga dada. Apex cordis terletak di belakang kiri antara costa V dan VI dan 2 jari di bawah papilla mammae, di lokasi ini tempat Iktus Cordis yaitu tempat terabanya detak jantung pada daerah costa V dan VI.
4. Lapisan dinding jantung terdiri dari:
 - a. Endokardium: Ini adalah lapisan terdalam dari dinding jantung dan merupakan lapisan yang bersentuhan langsung dengan darah yang mengalir di

dalam jantung. Endokardium terdiri dari lapisan selapis selapis endotel yang rata. Fungsinya adalah untuk melapisi rongga jantung dan membantu mencegah pembekuan darah dan kerusakan pada dinding jantung.

- b. Miokardium: Lapisan ini merupakan lapisan tengah dinding jantung dan terdiri dari otot jantung yang khusus disebut miokardium.
 - c. Pericardium: Pericardium merupakan membran yang melindungi dan mendukung jantung, memberikan struktur dan kelembutan yang diperlukan untuk gerakan jantung yang lancar. Cavitas pericardiaca adalah ruang kecil yang terletak di antara lapisan parietal dan visceral dari pericardium serousa. Cavitas pericardiaca berisi cairan serousa yang disebut cairan pericardial. Fungsi cairan pericardial adalah untuk melumasi dan mengurangi gesekan antara lapisan pericardium saat jantung berdenyut.
5. Atrium: Jantung memiliki dua ruang atas yang disebut atrium. Atrium Sinistrum (atrium kiri) menerima darah kaya oksigen dari paru-paru, sedangkan atrium dextrum (atrium kanan) menerima darah kaya karbon dioksida dari tubuh.
 6. Ventriculum: Jantung memiliki dua ruang bawah yang disebut ventriculum. Ventriculum Sinister (ventrikel kiri) memompa darah kaya oksigen ke seluruh tubuh, sedangkan ventriculum dexter (ventrikel kanan) memompa darah kaya karbon dioksida ke paru-paru untuk menerima oksigen baru.
 7. Valva/ Katup jantung: adalah struktur yang terletak di antara atrium dan ventrikel serta ventrikel dan pembuluh darah. Katup jantung mengatur aliran darah di jantung sehingga darah hanya mengalir ke arah yang benar dan mencegah aliran balik.
 8. Septum: Jantung memiliki sekat yang disebut septum yang memisahkan atrium dan ventrikel kiri dari atrium dan ventrikel kanan.

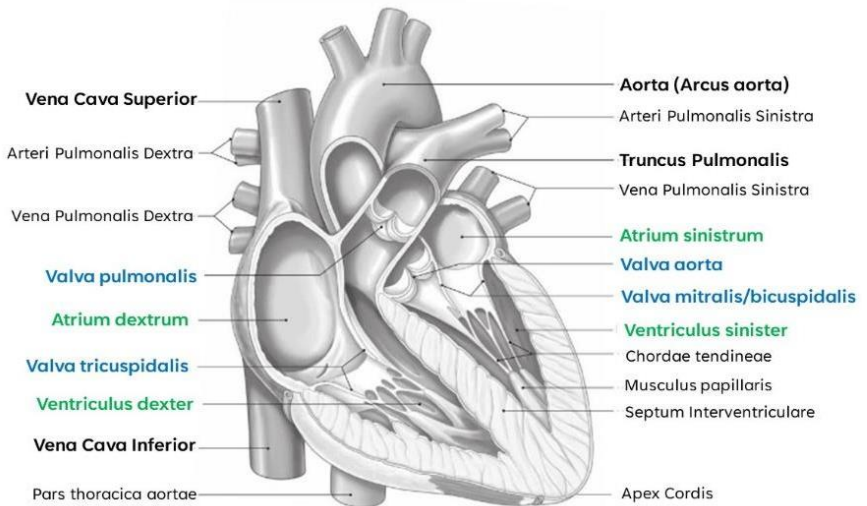
9. Arteri coronaria: adalah pembuluh darah yang memasok oksigen dan nutrisi ke jantung itu sendiri. Arteri koroner sangat penting karena jantung membutuhkan aliran darah yang cukup untuk berfungsi dengan baik.

7.2.1 Ruang Jantung

Jantung terdiri dari empat ruang utama, yaitu atrium dextrum et sinistrum (serambi kanan dan kiri) serta ventriculus dexter et sinister (bilik kanan dan kiri) (Gilroy *et al.*, 2022), berikut pembagian ruang jantung (Gambar 7.1):

1. Atrium dextrum (atrium/serambi kanan): terletak di bagian atas sisi kanan jantung dan berfungsi sebagai tempat pengumpulan darah yang telah melewati sistem peredaran darah tubuh. Atrium dextrum menerima darah yang miskin oksigen dari vena cava superior dan inferior, yang berasal dari tubuh bagian atas dan bawah.
2. Atrium sinistrum (atrium/serambi kiri): terletak di sisi kiri atas jantung dan berfungsi sebagai tempat pengumpulan darah yang telah melewati sistem peredaran darah paru (sirkulasi paru-paru). Atrium sinistrum menerima darah kaya oksigen dari vena pulmonalis, yang berasal dari paru-paru.
3. Ventriculus dexter (ventrikel/bilik kanan): terletak di sisi kanan bawah jantung dan memompa darah ke paru-paru melalui arteri pulmonalis. Ventriculus dexter memiliki dinding yang lebih tipis daripada ventrikel sinistra karena tekanan darah yang dihasilkannya tidak sekuat ventrikel sinistra.
4. Ventriculus sinistrum (ventrikel/bilik kiri): terletak di sisi kiri bawah jantung dan memompa darah ke seluruh tubuh melalui aorta. Dinding ventriculus sinistrum lebih tebal daripada ventriculus dexter karena tekanan darah yang dihasilkannya lebih besar.

Ruang jantung dipisahkan oleh septum interatriale (dinding antara atrium dextrum et sinistrum) dan septum interventriculare (dinding antara ventriculus dexter et sinister).



Gambar 7.1. Permukaan anterior cor (jantung), (tulisan berwarna hijau menunjukkan ruang jantung dan warna biru menunjukkan katup jantung.)
(Sumber : Waugh & Allison, 2019)

7.2.2 Katup Jantung

Katup jantung adalah struktur yang mengontrol aliran darah masuk dan keluar dari jantung. Terdapat empat katup pada jantung yaitu (Gilroy *et al.*, 2022):

1. Valva Bicuspidalis/Mitralis (Katup mitral): katup ini terletak di antara atrium kiri dan ventrikel kiri, oleh karenanya disebut juga sebagai valva atrioventrikularis sinistra.
2. Valva Tricuspidalis (Katup trikuspid): katup ini terletak di antara atrium kanan dan ventrikel kanan, oleh karenanya disebut juga sebagai valva atrioventrikularis dextra.
3. Valva Aorta (katup aorta): katup ini terletak di antara ventrikel kiri dan aorta (pembuluh darah besar yang

membawa darah ke seluruh tubuh). Katup ini mencegah darah mengalir kembali dari aorta ke ventrikel kiri.

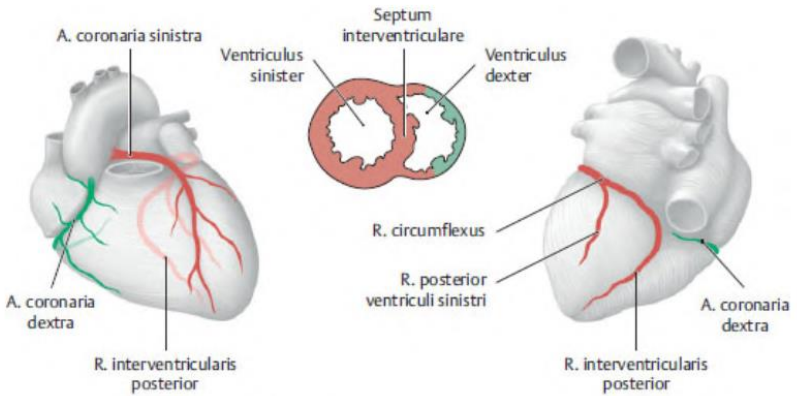
4. Valva Trunci Pulmonalis (Katup pulmonal) : terletak di antara ventrikel kanan dan arteri pulmonalis (pembuluh darah besar yang membawa darah ke paru-paru). Katup ini mencegah darah mengalir kembali ke ventrikel kanan dari arteri pulmonalis.

Gambar katup jantung ditunjukkan pada Gambar 7.1. Katup jantung mengatur aliran darah masuk dan keluar jantung sehingga darah dapat mengalir dengan lancar dan mencegah aliran balik. Kerusakan katup jantung dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti regurgitasi katup (aliran balik darah ke ruang sebelumnya), stenosis katup (penyempitan katup).

7.2.3 Vaskularisasi Jantung

Vaskularisasi jantung juga sangat penting untuk memastikan aliran darah yang cukup ke jantung. Jantung menerima suplai darahnya dari dua arteri utama (Gambar 7.2), yaitu arteri coronaria dextra et sinistra. Arteri coronaria dextra memasok darah ke ventrikel kanan dan sebagian ke atrium kanan, sedangkan arteri coronaria sinistra memasok darah ke ventrikel kiri, atrium kiri, dan berkas His (Barret *et al.*, 2015).

Karena jantung membutuhkan suplai darah yang konstan agar berfungsi dengan baik, gangguan pada persarafan atau suplai darah jantung dapat menyebabkan berbagai masalah jantung, seperti serangan jantung atau angina pectoris.

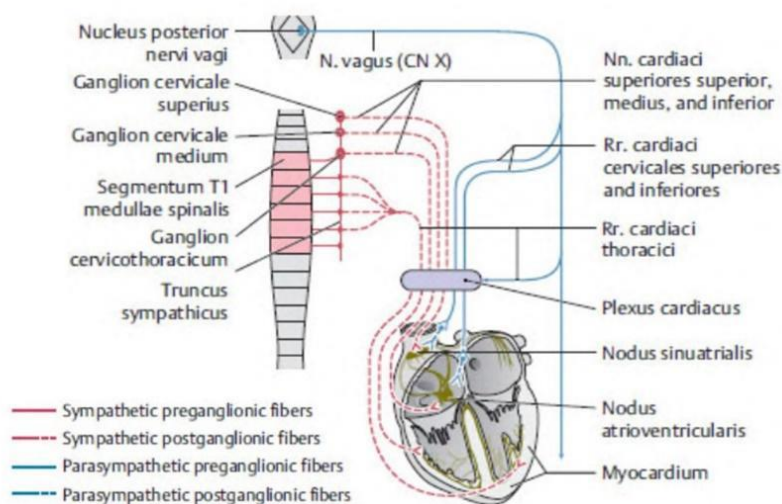


Gambar 7.2: Vaskularisasi cor (jantung)

(Sumber : Gilroy *et al.*, 2022)

7.2.4 Inervasi Jantung

Inervasi (Persarafan) jantung terdiri dari saraf simpatis dan parasimpatis yang mengatur detak jantung, kontraktilitas miokard, dan aliran darah ke jantung. Saraf simpatis dan parasimpatis berasal dari sistem saraf otonom dan memengaruhi jantung melalui nodus sinoatrial (SA) dan atrioventrikular (AV) (Gambar 7.3). Saraf simpatis meningkatkan denyut jantung dan meningkatkan kekuatan kontraksi jantung, sedangkan saraf parasimpatis memperlambat denyut jantung dan menurunkan kekuatan kontraksi jantung. Kedua jenis saraf ini bekerja sama untuk mengatur detak jantung dan tekanan darah yang tepat untuk memenuhi kebutuhan tubuh (Gilroy, 2021).



Gambar 7.3: Inervasi cor (jantung)

(Sumber : Gilroy *et al.*, 2022)

7.3 Fisiologi Sistem Sirkulasi

Otot jantung memiliki karakteristik utama yang membedakannya dari otot rangka atau otot polos. Berikut beberapa ciri utama otot jantung (Barret *et al.*, 2015):

1. Kontraksi otomatis: Otot jantung dapat menghasilkan impuls listrik dan berkontraksi secara otomatis tanpa stimulasi saraf atau otak. Ini disebut "sistem konduksi jantung", yang terdiri dari sel-sel khusus yang dapat menghasilkan dan menyebarkan impuls listrik ke seluruh jantung.
2. Kontraksi tersinkronisasi: Otot jantung memiliki kemampuan untuk berkontraksi secara sinkron, yang memungkinkan jantung memompa darah secara efisien. Sistem konduksi jantung memastikan bahwa impuls listrik berjalan melalui jantung secara terkoordinasi memicu kontraksi yang sama.
3. Kontraksi yang kuat dan berkepanjangan: Otot jantung menghasilkan kontraksi yang kuat dan berkepanjangan.

Ini memungkinkan jantung memompa darah secara efisien ke seluruh tubuh untuk waktu yang lama.

4. Kontraksi yang tidak mudah lelah : Otot jantung memiliki kemampuan untuk berkontraksi tanpa mudah lelah, bahkan pada kondisi yang mengharuskan jantung memompa darah lebih cepat atau lebih keras dari biasanya, seperti saat berolahraga.

Gangguan sifat otot jantung dapat menyebabkan berbagai masalah jantung, seperti aritmia, gagal jantung, atau penyakit arteri koroner. Oleh karena itu, menjaga kesehatan jantung melalui pola hidup sehat, seperti tidak merokok, makan makanan sehat, rutin berolahraga dan mengelola stres sangat penting untuk menjaga fungsi dan sifat dasar otot jantung.

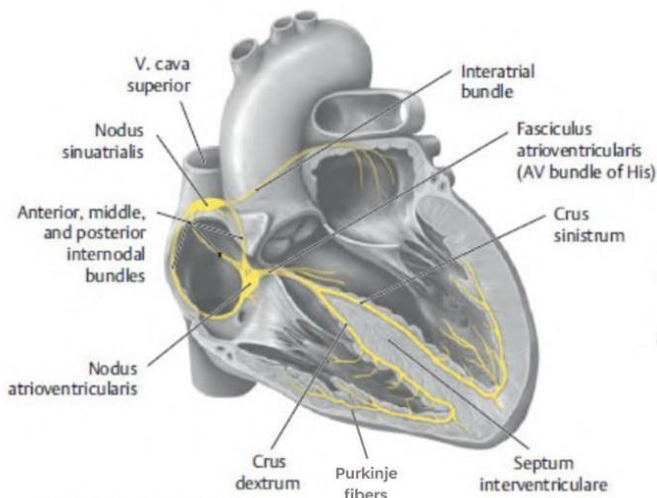
7.3.1 Sistem Konduksi Jantung

Sistem konduksi jantung adalah serangkaian jaringan otot khusus yang memungkinkan jantung menghasilkan dan mengirimkan sinyal listrik yang menyebabkan otot jantung berkontraksi secara teratur dan serempak (Gilroy, 2021). Sinyal listrik ini berasal dari berikut (Gambar 7.4):

1. Nodus/simpul sinoatrial (SA): terletak di atrium kanan dan dianggap sebagai "alat pacu jantung/*pace maker*" alami jantung. Dari nodus SA, sinyal listrik mengalir ke atrium kanan dan kiri, menyebabkan atrium berkontraksi dan mengirim darah ke ventrikel. Sinyal listrik kemudian mencapai nodus/simpul atrioventrikular (AV).
2. Nodus/simpul atrioventrikular (AV): terletak di antara atrium dan ventrikel, dan melalui serat otot khusus yang disebut bundel His, menyebar ke seluruh ventrikel.
3. Fasciculus atrioventricularis (*AV bundle of His*/berkas His): terletak di bagian atas ventrikel terdapat dua cabang berkas His, yaitu kiri dan kanan, yang terdiri dari serabut otot kecil yang disebut serabut Purkinje.

4. Purkinje Fibers (serabut purkinje): memungkinkan sinyal listrik menyebar secara efisien melalui dinding ventrikel, menyebabkan ventrikel berkontraksi secara efisien dan terkoordinasi.

Sistem konduksi jantung penting untuk memastikan jantung memompa darah secara teratur dan efisien serta memungkinkan jantung mengatur detak jantungnya sesuai dengan kebutuhan tubuh. Gangguan pada sistem konduksi jantung dapat menyebabkan berbagai masalah jantung, seperti aritmia atau detak jantung yang tidak teratur.



Gambar 7.4 : Sistem konduksi Jantung
(Sumber : Gilroy *et al.*, 2022)

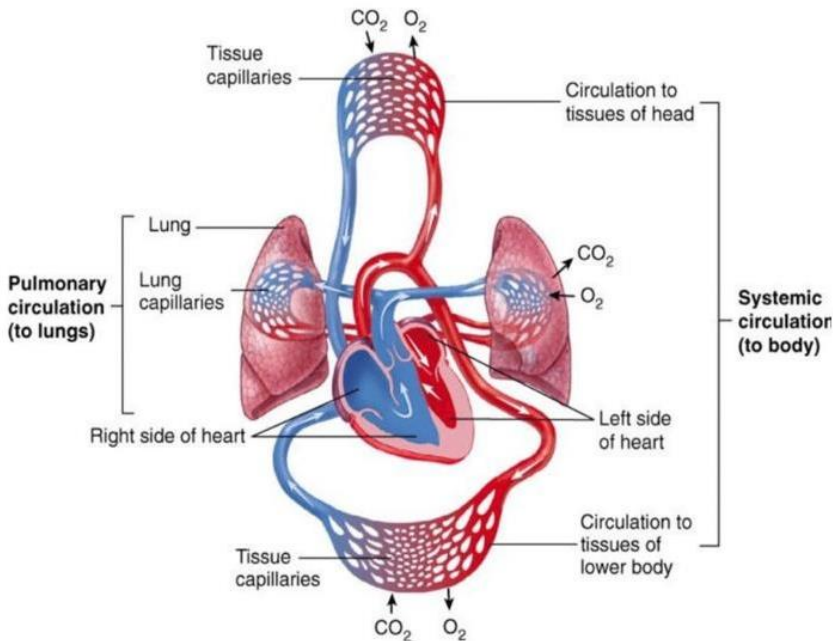
7.3.2 Sistem Sirkulasi Peredaran Darah

Sistem sirkulasi peredaran darah pada manusia terdiri dari dua bagian utama, yaitu sistem sirkulasi sistemik (sistem peredaran darah besar) dan sistem sirkulasi pulmonal (sistem peredaran darah kecil) (Barret *et al.*, 2015). Berikut macam dari sirkulasi sirkulasi (Gambar 7.5):

1. Sistem sirkulasi pulmonal (peredaran darah kecil): adalah sistem yang terlibat dalam pertukaran gas antara

paru-paru dan darah. Sirkulasi pulmonal mengangkut darah yang miskin oksigen dari ventrikel kanan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis. Arteri pulmonalis membawa darah yang mengandung karbondioksida ke paru-paru. Pertukaran gas terjadi di kapiler paru-paru, oksigen memasuki darah melalui kapiler paru-paru, sedangkan karbon dioksida diserap ke dalam paru-paru dan dikeluarkan melalui pernapasan. Darah kaya oksigen dari paru-paru mengalir kembali ke atrium kiri melalui Vena pulmonalis.

2. Sistem sirkulasi sistemik (peredaran darah besar): Aliran sistem sirkulasi sistemik dimulai dari ventrikel kiri, memompa darah ke aorta, darah kaya oksigen mengalir melalui arteri-arteri dan membagi menjadi arteriol, lalu menjadi kapiler di organ dan jaringan. Di kapiler, terjadi pertukaran oksigen, nutrisi, dan limbah dengan sel-sel tubuh. Darah yang mengandung limbah dikumpulkan oleh kapiler menjadi vena-vena kecil, yang bergabung membentuk vena yang lebih besar. Vena mengalirkan darah yang miskin oksigen kembali ke atrium kanan melalui vena cava superior dan inferior. Selanjutnya, darah dipompa dari ventrikel kanan ke arteri pulmonalis, memasuki sistem sirkulasi pulmoner untuk pertukaran gas di paru-paru sebelum kembali ke jantung dan memulai siklus sirkulasi sistemik kembali.



Gambar 7.5: Skema sirkulasi Sistemik dan Pulmonal (merah = darah teroksigenasi/oxygenated blood; biru = darah terdeoksigenasi/deoxygenated blood).

(Sumber : Marieb E.N.and Hoehn K.Anatomy and physiology. San Francisco, Pearson Education Inc., 2011).

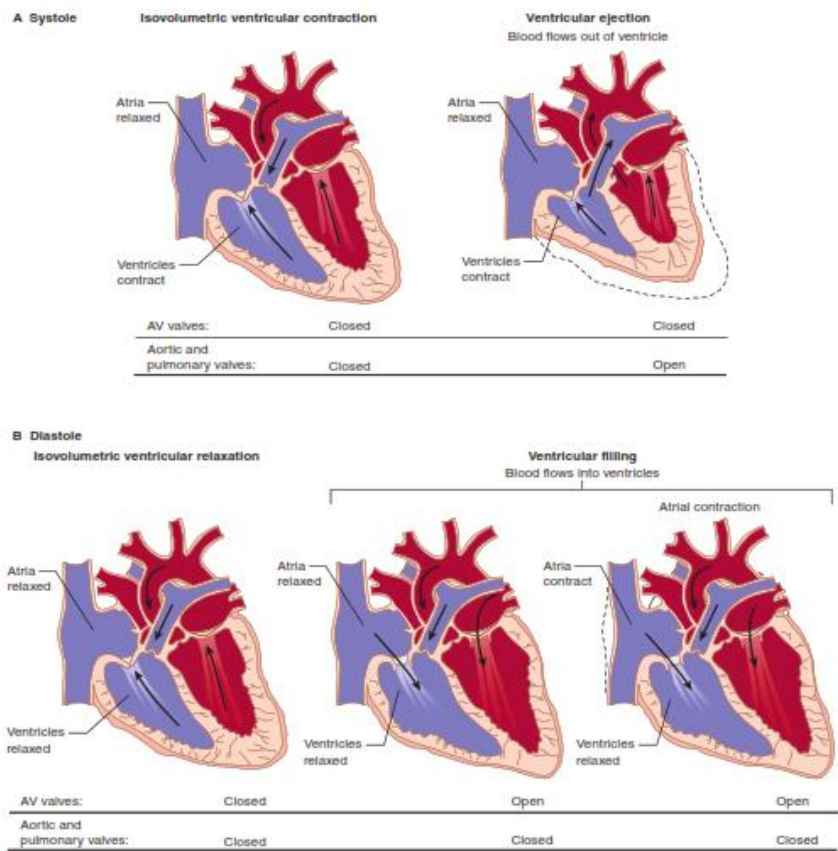
7.3.3 Siklus Jantung

Siklus jantung adalah proses pergerakan darah yang terjadi berulang kali di jantung selama satu detak jantung atau kontraksi jantung. Siklus jantung terdiri dari dua fase, yaitu (Gilroy, 2021):

- 1 Fase sistolik: adalah fase kontraksi jantung dimana otot jantung berkontraksi dan memompa darah keluar dari jantung. Fase sistolik terdiri dari dua fase, yaitu:
 - a. Sistolik atrium: saat atrium berkontraksi dan mendorong darah masuk ke dalam ventrikel melalui katup atrioventrikular (AV).

- b. Sistolik ventrikel: Pada fase ini ventrikel berkontraksi dan memompa darah dari jantung melalui arteri pulmonalis dan aorta disebut sebagai fase isovolumetrik ventrikel kontraksi. Valva aorta dan valva pulmonal terbuka untuk memungkinkan darah meninggalkan jantung, sedangkan katup AV menutup untuk mencegah darah mengalir kembali ke atrium.
- 2. Fase diastolik: adalah fase relaksasi jantung, di mana otot jantung beristirahat dan terisi darah. Fase diastolik terdiri dari dua fase, yaitu:
 - a. Diastolik atrium: pada tahap ini atrium beristirahat dan terisi dengan darah dari vena cava dan vena pulmonal.
 - b. Diastolik ventrikel: pada fase ini ventrikel beristirahat dan terisi dengan darah dari atrium melalui katup AV yang terbuka disebut sebagai fase isovolumetrik ventrikel relaksasi. Valva aorta dan valva pulmonalis menutup untuk mencegah darah mengalir kembali ke ventrikel.

Siklus jantung normal terjadi sekitar 60-100 kali per menit pada orang dewasa saat istirahat. Detak jantung dan ritme dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti usia, aktivitas fisik, stres, kesehatan, dan obat-obatan.



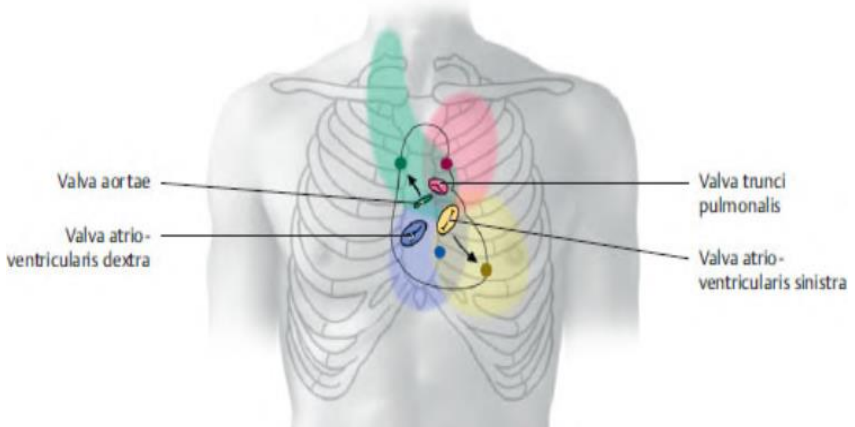
Gambar 7.6 : Siklus jantung: A) sistol dan B) diastolik.
(Sumber : Gilroy, 2021)

7.3.4 Suara Jantung

Saat jantung berdenyut, suara yang dihasilkan adalah bunyi jantung yang terdiri dari dua bunyi terpisah, yaitu S1 dan S2. Bunyi pertama (S1) disebabkan oleh penutupan Valva mitralis dan valva trikuspidalis saat ventrikel mulai berkontraksi. Bunyi kedua (S2) disebabkan oleh penutupan valva aorta dan valva pulmonal ketika ventrikel berhenti berkontraksi. Selain itu, ada bunyi jantung lain seperti S3 dan S4 yang dapat didengar dalam kondisi tertentu.

Memproyeksikan suara jantung di dada adalah metode penting untuk mendeteksi kelainan jantung dan menilai fungsi jantung (Waugh, 2014). Proyeksi suara jantung di dada adalah cara untuk mendengarkan suara jantung menggunakan stetoskop di tempat-tempat tertentu di dada. Ada empat area di mana suara jantung biasanya didengar dengan jelas (Gambar 7.7):

1. Area aorta: Terletak di sebelah kanan atas dada, di belakang tulang rusuk ke-2 dan ke-3. Di sini kita dapat mendengar bunyi dari katup aorta.
2. Area pulmonalis: Terletak di sebelah kiri atas dada, di belakang tulang rusuk ke-2 dan ke-3. Di sini kita dapat mendengar bunyi dari katup pulmonalis.
3. Area trikuspidalis: Terletak di sebelah kanan bawah dada, di atas tulang rusuk ke-5. Di sini kita dapat mendengar bunyi dari katup trikuspidalis.
4. Area mitralis: Terletak di sebelah kiri bawah dada, di atas tulang rusuk ke-5. Di sini kita dapat mendengar bunyi dari katup mitralis.



Gambar 7.7 : Letak dan Posisi Auskultasi Katup Jantung
(Sumber : Gilroy, 2021)

7.3.4 Tekanan Darah

Tekanan darah adalah kekuatan atau tekanan yang diberikan darah terhadap dinding pembuluh darah. Tekanan darah terdiri dari dua angka yaitu tekanan sistolik dan diastolik yang diukur dalam milimeter air raksa (mmHg). Tekanan sistolik adalah tekanan tertinggi di arteri, yang terjadi selama kontraksi ventrikel, yaitu ketika darah dipompa ke dalam arteri. Tekanan diastolik adalah tekanan terendah di arteri, yang terjadi saat ventrikel tertutup di antara detak jantung, yaitu saat arteri terisi darah. Tekanan darah biasanya dinyatakan dalam dua angka, seperti 120/80 mmHg. Angka pertama (sistolik) menunjukkan tekanan saat jantung berkontraksi, sedangkan angka kedua (diastolik) menunjukkan tekanan saat jantung beristirahat. Tekanan darah normal biasanya antara 90/60 mmHg dan 120/80 mmHg (Barret et al, 2015):.

Tekanan darah dapat diukur dengan metode auskultasi, mendengarkan suara Korotkoff. Metode ini menggunakan stetoskop dan manometer untuk mendengarkan dan merekam suara aliran darah saat manset tekanan udara dilepaskan secara perlahan. Proses pengukuran tekanan darah dengan metode Korotkoff meliputi beberapa langkah bunyi yang terjadi pada saat penurunan tekanan manset. Berikut adalah tahapan bunyi Korotkoff (Beevers *et al.*, 2001):

1. Tahap I: Suara korotkoff terjadi ketika tekanan manset cukup rendah untuk memungkinkan darah mengalir melalui pembuluh yang terjepit. Suara ini terdengar sebagai suara biasa yang kuat dan berdenyut. Titik ini mewakili tekanan sistolik.
2. Tahap II: Suara Korotkoff ini memiliki karakteristik yang mirip dengan Tahap I, tetapi lebih lembut dan kurang teratur.

3. Tahap III: Pada tahap ini, suara Korotkoff lebih redup dan lembut dibandingkan tahap sebelumnya.
4. Tahap IV: Suara korotkoff menjadi lebih kecil pada tahap ini dan menjadi seperti suara yang memudar.
5. Tahap V: Suara Korotkoff akhirnya hilang sama sekali. Titik ini mewakili tekanan diastolik, yaitu tekanan saat jantung beristirahat di antara detak jantung

7.3.5 Pertukaran Gas di Jantung

Pertukaran gas di jantung terbatas pada proses pertukaran oksigen dan karbondioksida yang berlangsung di jaringan pembuluh darah dinding jantung. Jaringan ini disebut miokardium. Otot jantung membutuhkan pasokan oksigen dan nutrisi yang konstan untuk melakukan fungsi kontraktile yang berkelanjutan. Oksigen dan nutrisi ini disuplai oleh arteri koroner, yang menempel di bagian luar jantung (Gambar 7.5).

Selama kontraksi jantung, arteri koroner meregang dan melintasi permukaan otot jantung. Saat jantung rileks, arteri koroner berkontraksi lagi dan mengantarkan darah kaya oksigen dan nutrisi ke jaringan jantung. Pada saat yang sama, proses pertukaran gas yang lebih penting terjadi di paru-paru, dimana oksigen yang dihirup dari udara masuk ke alveoli yaitu kantung udara paru-paru. Di alveoli, oksigen melewati dinding kapiler dan masuk ke dalam darah, sedangkan karbon dioksida dari darah melewati dinding kapiler dan masuk ke alveoli untuk keluar dari tubuh melalui proses respirasi (Gilroy, 2021).

Saat pertukaran gas terjadi di paru-paru, darah yang kaya oksigen kembali ke jantung melalui vena pulmonalis dan masuk ke atrium kiri, kemudian mengalir ke ventrikel kiri dan dipompa ke aorta untuk didistribusikan ke seluruh tubuh. Pada saat yang sama, darah yang mengandung karbondioksida kembali ke jantung melalui vena cava

superior dan inferior, kemudian masuk ke atrium kanan dan mengalir ke ventrikel kanan untuk dipompa ke arteri pulmonalis untuk pertukaran gas di paru-paru (Marieb & Hoehn, 2011).

DAFTAR PUSTAKA

- Barret, K.E., Susan M. Barman., Scott Boitano. Heddwen L Brooks. Lange. 2015. *Ganongs Review Of Medical Physiology*. 25th Edition.
- Beevers G, Lip GY, O'Brien E. 2001. *ABC of hypertension: Blood pressure measurement. Part II-conventional sphygmomanometry: technique of auscultatory blood pressure measurement*. BMJ. 28;322(7293):1043-7.
- Gilroy, A.M., Brian R MacPherson, Lawrence M Ross, Michael Schuenke, Erik Schulte, Udo Schumacher. 2022. *Atlas Of Anatomy*. Latin Nomenclature. 4th Edition. Publisher: Thieme.
- Gilroy, Anne M. 2021. *Anatomy: An Essential Textbook*. Third Edition. Publisher: Thieme.
- Marieb E.N.and Hoehn K. 2011. *Anatomy and physiology*. 11th Edition. Publisher: Pearson Education Inc. San Francisco.
- Waugh, A. 2014. *Anatomy and Physiology: in Health and Illness*. 5th Edition. Publisher: Elsevier.
- Waugh, A., & Allison Grant. 2019. *Ross & Wilson Anatomy and Physiology Colouring and Workbook*. 5th Edition. Publisher: Elsevier.

BAB 8

SISTEM EKSRESI PADA MANUSIA

Oleh Dewi Rahmawati

8.1 Pendahuluan

Tubuh kita menghasilkan banyak produk limbah sebagai bagian dari proses metabolisme tubuh. Produk limbah ini harus dikeluarkan dari tubuh karena akan bersifat toksik. Pembuangan sisa hasil metabolisme disebut dengan ekskresi. Fungsi dari sistem ekskresi adalah mengumpulkan darah yang mengandung produk limbah seperti urea, garam yang sudah tidak digunakan tubuh untuk melalui proses penyaringan sehingga pada akhirnya limbah dibuang. Sedangkan, zat metabolic yang masih digunakan seperti glukosa akan diserap Kembali ke dalam darah melalui proses sekresi. Komponen utama dari sistem ekskresi pada manusia meliputi ginjal, ureter, vesika urinaria dan uretra. Secara garis besar, ginjal berperan melakukan filter pada zat buangan hasil metabolisme dari dari dan melakukan proses pembentukan urin. Sedangkan ureter bertugas membawa hasil urin yang telah terbentuk ke dalam kandung kemih atau vesika urinaria untuk dikeluarkan melalui proses miksi melewati organ ureter dan uretra (Black & Hawck, 2014).

Sistem ekskresi memiliki peranan penting dalam kehidupan salah satunya untuk mempertahankan kondisi homeostasis tubuh secara seimbang, mengatur cairan dan elektrolit, mengeluarkan sisa metabolisme hasil sekresi maupun eksresi). Disfungsi yang terjadi pada ginjal sebagai organ utama dan saluran kemih bagian bawah seringkali

terjadi pada berbagai kelompok usia dengan berbagai tingkat keparahan. Sebelum melakukan pengkajian fungsi saluran kemih tentunya penguasaan anatomi fisiologi serta efek perubahan sistem secara fisiologis juga harus dapat difahami secara komprehensif (Brunner & Suddarth, 2005; Brunner & Suddarth, 2018).

8.2 Anatomi Fisiologi Sistem Ekskresi

8.2.1. Anatomi Ginjal

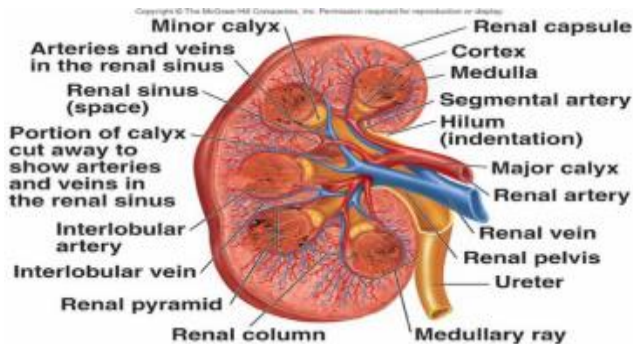
Sistem ekskresi memiliki fungsi untuk menjaga keseimbangan transportasi air dan zat terlarut, ekskresi zat buangan, menyimpan nutrient, mengatur keseimbangan asam basa, mensekresi hormone yang membantu mengatur tekanan darah, erythropoietin dan metabolisme kalsium serta berperan dalam pembentukan urin (Brunner & Suddarth, 2005).

Ginjal merupakan organ dengan struktur berwarna merah kecoklatan memiliki berat sekitar 120 sampai 170 gram (sekitar 4,5 oz) dan 12 cm (sekitar 4,5 inci) serta mempunyai panjang sekitar 11,25 cm, lebar 5 cm, tebal 2,5 cm. Ginjal terletak di Torakal 12 hingga Lumbal 3 (terletak secara retroperitoneal atau berada di belakang dan luar rongga peritoneum. Posisi ginjal kanan lebih rendah karena secara anatomi terdesak oleh organ hati. Renal memiliki fungsi menyaring sekitar 1700 liter darah dalam 24 jam. Satu ginjal mempunyai kurang lebih 1 juta nefron. Nefron berfungsi sebagai kontrol mekanisme regulasi salah satunya dalam menyaring H₂O dan zat terlarut metabolik dan darah, menyaring kembali zat – zat yang terlarut secara selektif untuk dikembalikan ke dalam darah sehingga dapat menjaga homeostasis volume dalam darah, serta ekskresi zat sisa metabolik ke dalam urin. Ginjal dilindungi oleh tulang rusuk, otot, fasia Gerota, lemak perarenal, dan kapsul ginjal yang mengelilingi setiap ginjal (Brunner & Suddarth, 2005; Brunner & Suddarth, 2018).

Nefron secara struktural dibagi menjadi dua jenis yaitu bagian kortikal dan juxtamedullary. Nefron kortikal ditemukan di korteks ginjal, sedangkan nefron juxtamedullary berdekatan dengan medula. Nefron juxtamedullary dipisahkan oleh lengkung Henle yang panjang dan vasa recta, serta lengkung kapiler panjang yang masuk ke dalam medula ginjal. Sedangkan, Glomerulus terdiri dari tiga lapisan penyaring antara lain: endotelium tudung, membran dasar dan epitel. Membran glomerulus memiliki peran dalam melakukan filtrasi cairan dan molekul kecil namun memiliki keterbatasan dalam menyaring molekul besar seperti sel darah dan albumin. Fungsi ginjal mulai menurun pada tingkat sekitar 1% setiap tahun dimulai pada sekitar usia 30 tahun (Black & Hawck, 2014).

Ginjal memiliki lapisan – lapisan pembungkus yang terdiri atas capsula renalis (bagian yang dalam) yang berlanjut dengan lapisan permukaan ureter. Selanjutnya, capsula adiposa (bagian tengah) yang merupakan jaringan lemak yang berfungsi untuk memproteksi renal dari trauma . Bagian luar disebut fascia renalis berupa jaringan ikat yang membungkus ginjal dan menghubungkan dengan dinding abdomen posterior. Jaringan fleksibel sehingga memungkinkan ginjal bergerak dengan lembut saat diafragma bergerak waktu bernafas, mencegah penyebaran infeksi ginjal yang berasal dari fascia renalis terdiri atas fascia renalis anterior dan fascia renalis posterior (Brunner & Suddarth, 2005).

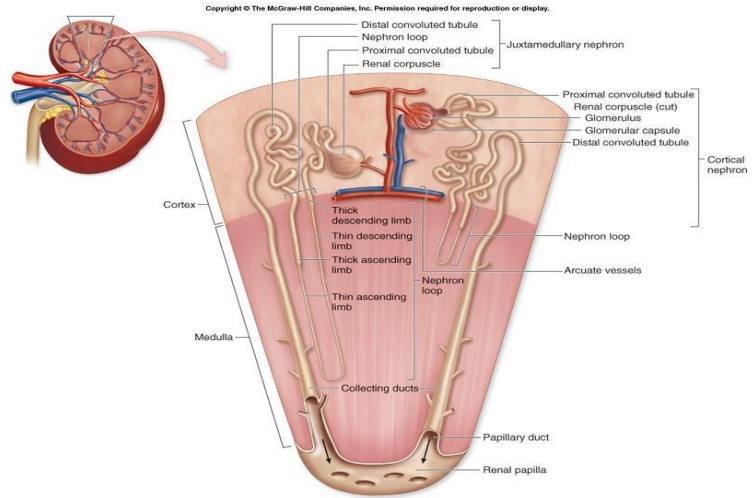
Secara anatomi internal, ginjal terdiri dari 3 bagian yaitu bagian renal pelvis, medulla renalis, dan cortex renalis. Renal pelvis merupakan ruang penampung dengan kapasitas yang besar berfungsi menghubungkan medulla dengan ureter. Bagian ini terdiri dari percabangan kaliks mayor serta minor. Masing – masing ginjal mempunyai sekitar 2 – 3 kaliks mayor dan 8 – 18 kaliks minor (Brunner & Suddarth, 2005; Brunner & Suddarth, 2018).



Gambar 8.1. Struktur Anatomi Renal Manusia
Sumber : Kowalak (2011)

Medulla renalis adalah bagian medial ginjal yang terdiri dari 8 – 18 piramida. Bagian apeks dari piramida disebut papilla. Bagian ini meliputi tubulus serta duktus kolektifus dari nefron. Tubulus ini memiliki fungsi mereabsorpsi zat – zat yang telah terfiltrasi. Urin akan mengalir mulai dari medulla ke arah kaliks minor kemudian ke kaliks mayor dan renal pelvis. Dari renal pelvis urin menuju ureter dan masuk ke vesika urinaria.

Bagian lain disebut cortex renalis yang menjadi bagian luar ginjal yang meliputi area kortikal dan area juxtamedullari. Memiliki kapiler – kapiler yang menembus medulla melalui piramid membentuk renal kolum. Kolum terdiri dari tubulus ginjal yang fungsinya mengalirkan urin ke kaliks minor. (Haryani, A., Halimatussadiyah, I., Sanusi, S. (2009)



Gambar 8.2. Struktur Anatomi Lapisan Renal Manusia

Sumber : <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/urinary-system>

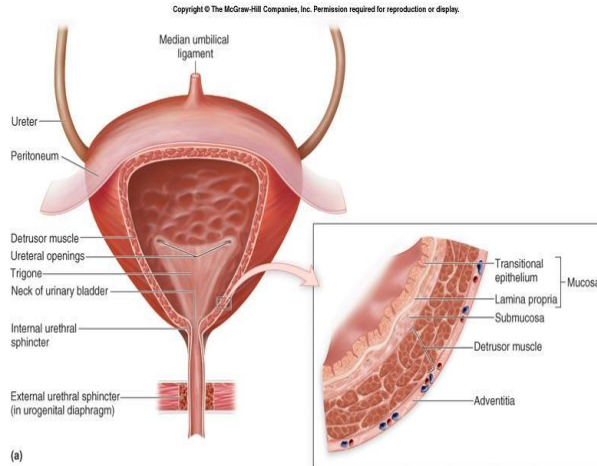
Arteri ginjal (berasal dari aorta abdominal) terbagi menjadi lebih kecil dan pembuluh darah yang lebih kecil akhirnya membentuk arteriol aferen. Cabang arteriol aferen untuk membentuk glomerulus yang merupakan tempat filtrasi atau penyaringan. filtrasi glomerulus terjadi melalui arteriol eferen dan mengalir kembali ke vena cava inferior melalui jaringan kapiler dan vena. Setiap ginjal mengandung sekitar 1 juta nefron yang merupakan unit fungsional ginjal. Setiap ginjal mampu memberikan fungsi ginjal yang memadai jika ginjal yang berlawanan rusak atau menjadi tidak berfungsi. Nefron terdiri dari glomerulus mengandung arteriol aferen dan eferen, kapsul Bowman, tubulus proksimal, lengkung Henle, tubulus distal, dan duktus kolektifus (Haryani, A., Halimatussadiah, I., Sanusi, S, 2009).

8.2.2 Anatomi Ureter

Urin, yang terbentuk di dalam nefron, mengalir ke ureter, tabung fibromuskular panjang yang menghubungkan setiap ginjal ke kandung kemih. Ureter memiliki struktur

seperti tabung berotot yang sempit dengan panjang sekitar 24 - 30 cm, yang berasal dari bagian bawah pelvis ginjal dan berakhir di trigonum dinding vesika urinaria atau kandung kemih. Terdapat tiga area pada setiap ureter: ureteropelvic junction, segmen ureter yang berada di dekat sacroiliac junction, dan ureterovesical junction (Brunner & Suddarth, 2005).

Secara anatomi, organ ureter mempunyai panjang + 25 hingga 30 cm. memiliki fungsi untuk mengirimkan urin dari renal ke vesika urinaria. Bagian ini memiliki 3 lapis berupa epitel mukosa yang terletak di bagian dalam, pada bagian tengah terdapat otot polos dan bagian luar berupa jaringan ikat. Ureter kiri sedikit lebih pendek dari kanan. Lapisan ureter terdiri dari epitel sel transisional yang disebut urothelium. Seperti di kandung kemih, urothelium mencegah reabsorpsi urin. Pergerakan urin dari pelvis ginjal melalui ureter ke dalam kandung kemih distimulasi oleh adanya gelombang peristaltik (terjadi sekitar satu sampai lima kali per menit) dari kontraksi otot polos di ureter. Hal ini memicu mekanisme berikutnya yaitu mekanisme kerja sfingter internal dan eksternal yang menjadi bagian dari segmen paling distal dari kandung kemih yang memiliki peran dalam proses pengeluaran air kencing (sebagai muara paling ujung dalam proses berkemih) (Brunner & Suddarth, 2013).



Gambar 8.3. Struktur Anatomi Ureter
(Sumber : Brunner & Suddarth, 2005)

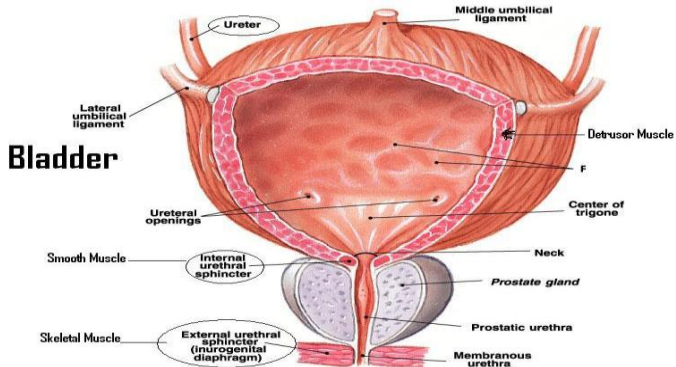
8.2.3. Anatomi Kandung Kemih (Vesika Urinaria)

Kandung kemih (vesika urinaria) merupakan kantung berongga berotot yang terletak tepat di belakang tulang kemaluan, memiliki segitiga bayangan terdiri dari 3 lubang yaitu 2 lubang ureter dan 1 lubang uretra pada dasar kandung kemih (trigonum/trigon). Memiliki lapisan yang terdiri dari lapisan mukosa, submukosa, otot polos dan lapisan fibrosa. Lapisan otot disebut otot destrusor.

Kandung kemih pada orang dewasa memiliki kapasitas menampung urin sebanyak 300 - 600 ml. Pada saat bayi, kandung kemih ditemukan di dalam abdomen. Sedangkan, pada masa remaja dan dewasa, kandung kemih berada tepat di area pelvis. Kandung kemih memiliki area berongga yang disebut vesikel dimana terdapat dua saluran masuk (ureter) dan satu saluran keluar (sambungan urethrovesical) yang dikelilingi oleh leher kandung kemih. Dinding kandung kemih terdiri dari empat lapisan yaitu : adventitia (lapisan terluar), yang terdiri dari jaringan ikat. Lapisan kedua yang berada tepat di bawah adventitia yaitu lapisan otot polos yang dikenal sebagai detrusor. Lapisan berikutnya di bawah detrusor ialah lamina propria yang berfungsi sebagai

penghubung antara otot destrusor dan lapisan paling dalam yaitu urothelium. Lapisan urothelium khusus terdiri dari epitel sel transisional, mengandung membran yang tidak dapat ditembus air. Urothelium mencegah reabsorpsi urin yang disimpan di kandung kemih. Leher kandung kemih mengandung kumpulan otot polos irreversible yang membentuk bagian dari sfingter uretra yang dikenal sebagai sfingter internal.

Pada orang dewasa, ukuran kandung kemih berbeda dan mampu menampung urin sekitar 300 – 500 ml. Pada kondisi tertentu, kandung kemih dapat menampung urin 2 kali lipat lebih banyak. Kandung kemih dipersarafi oleh nervus pelvikus yang terhubung langsung dengan medula spinalis S2 melalui pleksus sakralis. Serat sensorik dapat mendeteksi derajat regangan pada dinding kandung kemih. Sedangkan, syaraf motoric yang menjalar dalam nervus pelvikus adalah serat parasimpatis. Selain itu, ada persyarafan lain berupa serat otot lurik yang bekerja melalui nervus pudendal mengarah ke sfingter eksternus. Kandung kemih juga berfungsi menerima fungsi dari syaraf simpatis melalui kerja dari rangkaian simpatis melewati nervus hipogastrikus terutama berkaitan erat dengan segmen lumbal 2 di medulla spinalis. Syaraf simpatis juga akan menstimulasi pembuluh darah sehingga akan mempengaruhi kandung kemih dalam berkontraksi (Brunner & Suddarth 2005 ; Brunner & Suddarth 2018 ; Haryani, A., Halimatussadiyah, I., Sanusi, S, 2009).

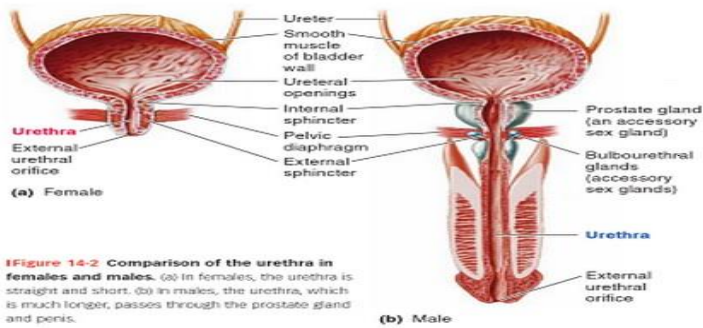


Gambar 8.4. Struktur Anatomi Bladder (Vesika Urinaria)

Sumber : Sumber : <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/urinary-system>

8.2.4. Struktur Anatomi Uretra

Bagian uretra merupakan saluran yang berfungsi mensekresi urin keluar dari tubuh. Uretra berada sepanjang dasar kandung kemih hingga ke orifisium uretra eksterna. Pada laki – laki memiliki panjang + 20 cm, dan pada wanita panjangnya hanya 3 hingga 5 cm. Uretra merupakan bagian dari dasar kandung kemih dimana pada pria uretra terletak melewati penis. Pada pria, kelenjar prostat, yang terletak tepat di bawah leher kandung kemih, mengelilingi uretra di bagian posterior dan lateral. Sedangkan pada wanita memiliki struktur terbuka dan terletak tepat di depan vagina (Brunner & Suddarth, 2018 ; Haryani, A., Halimatussadiyah, I., Sanusi, S, 2009).



Gambar 8.5. Struktur Anatomi Uretra
Sumber : Brunner & Suddarth (2005)

8.3. Fisiologi Sistem Ekskresi

Sistem ekskresi memiliki fungsi dalam homeostasis tubuh yang meliputi proses pembentukan urin, ekskresi produk limbah, regulasi ekskresi elektrolit, asam dan air serta mekanisme autoregulasi tekanan darah. Berikut ini akan dibahas setiap fisiologi pada sistem perkemihan yaitu sebagai berikut.

8.3.1. Proses Pembentukan Urin

Proses pembentukan urin terjadi di nefron ginjal melalui tiga tahapan antara lain: filtrasi glomerulus, reabsorpsi tubular, dan sekresi tubular.

1. Filtrasi glomerulus

Pada ginjal yang normal, proses ini diawali dengan adanya darah mengalir yang berasal dari arteriolen aferen menuju ke glomerulus ginjal sebanyak 1.200 ml/menit. Terjadi proses filtrasi glomerulus dan cairan hasil filtrasi dikenal sebagai filtrat atau ultrafiltrat. Proses berikutnya adalah filtrat akan masuk ke tubulus ginjal. Dalam kondisi normal, sekitar 20% darah yang melewati glomerulus disaring ke dalam nefron sebanyak 180 liter filtrat/hari. Filtrat yang disaring terdiri dari air, elektrolit dan molekul

kecil lainnya, karena air dan molekul kecil dibiarkan lewat, sedangkan molekul yang lebih besar tetap berada di aliran darah. Filtrasi yang efisien tergantung pada aliran darah yang memadai untuk dapat mempertahankan tekanan yang konsisten melalui glomerulus. Terdapat beberapa faktor mempengaruhi perubahan aliran dan tekanan darah ini seperti kondisi hipotensi, penurunan tekanan onkotik dalam darah, dan peningkatan tekanan pada tubulus ginjal akibat obstruksi.

2. *Reabsorpsi Tubulus*

Reabsorpsi Tubulus terdiri dari 99% merupakan H₂O yang terfiltrasi, 100% gula yang terfiltrasi dan 95 % adalah garam. Proses reabsorpsi harus melewati 5 sawar dimana tahap 1 : bahan meninggalkan cairan tubulus dg melewati membran luminal tubulus, tahap 2 : bahan harus melewati sitosol dr satu sisi ke sel tubulus ke sisi lain, tahap 3 : bahan harus melewati membran basolateral sel tubulus untuk masuk ke cairan interstitium, tahap 4 : bahan harus berdifusi melalui cairan interstitium, tahap 5 : bahan harus menembus dinding kapiler utk masuk ke plasma darah. Dalam reabsorpsi tubular, zat yang sudah di filter akan diserap kembali ke kapiler peritubular atau vasa recta. Dalam sekresi tubular, suatu zat bergerak dari kapiler peritubular atau vasa recta ke tubular proksimal. Sekitar 180 liter (45 galon) zat metabolik yang diproduksi ginjal setiap hari, 99% diserap kembali ke dalam aliran darah, sehingga akan menghasilkan sekitar 1.000-1.500 ml urin setiap hari. Meskipun sebagian besar reabsorpsi terjadi di tubulus proksimal, reabsorpsi terjadi di sepanjang seluruh tubulus (tubulus distal dan kolektifus). Reabsorpsi dan sekresi di tubulus melalui proses transport pasif dan aktif serta mungkin memerlukan menggunakan energi. Filtrat menjadi terkonsentrasi di tubulus distal dan saluran pengumpul di bawah pengaruh hormon antidiuretik (ADH) dan menjadi urin yang kemudian

masuk ke pelvis ginjal (Brunner & Suddarth, 2005 ; Brunner & Suddarth, 2013).

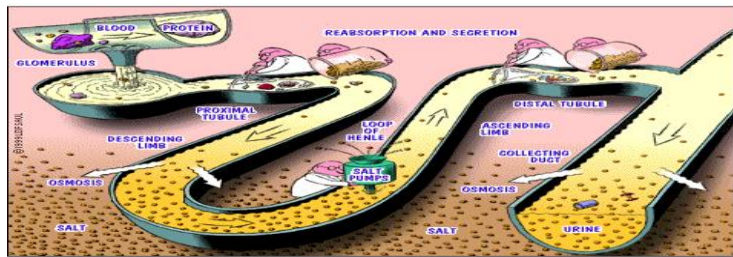
3. Sekresi Tubulus

Sekresi tubulus menjadi proses berikutnya dimana mekanismenya berupa pengeluaran sisa metabolik, sekresi mulai dari kapiler peritubulus menuju lumen tubulus. Terdapat beberapa zat lain seperti kalium, kreatinin, hidrogen, ammonia serta asam organik yang turut berpindah dari darah di kapiler peritubular ke dalam tubulus yang disebut dengan filtrat. Zat sisa lain yang turut disekresi berupa obat dan sisa metabolik yang tidak dibutuhkan tubuh. Proses sekresi ini memiliki peran dalam mengatur homeostasis asam basa serta mengeluarkan zat kimia yang tidak diinginkan. Bahan penting yang disekresi di dalam tubulus diantaranya ion hidrogen (H^+), K, serta anion dan kation organik. Sekresi ion H^+ penting utk keseimbangan asam basa dimana jika cairan terlalu asam maka terjadi sekresi H^+ meningkat, sebaliknya jika cairan terlalu basa maka sekresi H^+ menurun.

Sekresi zat lain berupa ion kalium yang dikontrol oleh aldosteron. Dimana aldosteron merangsang sekresi K^+ untuk meningkatkan reabsorpsi Na^+ oleh sel tubulus. Mekanisme yang terjadi jika terjadi peningkatan K^+ plasma maka akan merangsang pengeluaran aldosteron sehingga terjadi sekresi K^+ oleh korteks adrenal. Sedangkan, jika terjadi penurunan Na^+ plasma maka akan merangsang sekresi aldosteron melalui Sistem Renin Angiotensin Aldosteron. Sekresi anion dan kation organik dimana sistem sekresi memiliki fungsi untuk mengeluarkan pembawa pesan kimiawi dalam darah (prostaglandin, histamin norepinefrin), ion organik yang bersifat kurang larut dalam air, eliminasi senyawa asing dlm tubuh (obat dan lain - lain) (Brunner & Suddarth, 2005 ; Brunner & Suddarth, 2013).

4. Ekskresi Produk Limbah

Ginjal berfungsi sebagai organ ekskresi utama dalam tubuh, karena memiliki kemampuan membuang produk sisa metabolisme tubuh. Produk limbah utama dari metabolisme protein adalah urea sebanyak 25 hingga 30 gram diproduksi serta diekskresikan setiap hari. Semua urea ini harus dikeluarkan melalui urin dan sisanya akan terakumulasi di jaringan tubuh. Produk limbah metabolisme lainnya yaitu kreatinin, fosfat, dan sulfat yang juga harus dikeluarkan. Zat metabolik seperti asam urat merupakan hasil dari proses metabolisme purin yang juga akan dibuang melalui urin. Ginjal berfungsi berperan dalam mekanisme utama pengeluaran obat. Ekskresi urine dan bersihan plasma terdiri dari 125ml plasma terfiltrasi, ada 124 ml/menit direabsorpsi sehingga jumlah urin yang dibentuk 1 ml/menit. Bersihan Plasma terdiri dari volume plasma yang dibersihkan secara tuntas oleh ginjal per menit (efektivitas ginjal dalam mengeluarkan berbagai bahan dari lingkungan cairan internal).



Gambar 8.6. Alur Proses Pembentukan Urin

Sumber : <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/urinary-system>

Pada gambar diatas mengilustrasikan seluruh proses pembentukan urin. Dalam tahapan pertama berbagai zat akan di filter oleh glomerulus untuk kemudian reabsorpsi (diserap) oleh tubulus serta diekskresikan dalam urin termasuk natrium, klorida, bikarbonat, kalium, glukosa, urea, kreatinin, dan asam urat. Di dalam tubulus, beberapa zat ini diserap kembali ke dalam darah. Sedangkan hasil

metabolik lain disekresikan dari darah ke dalam filtrat saat mengalir ke tubulus.

Zat metabolik seperti asam amino serta glukosa biasanya disaring oleh glomerulus dan diserap kembali sehingga keduanya tidak diekskresikan dalam urin. Akan tetapi, glukosa muncul dalam urin (glikosuria) jika terjadi uptake glukosa dalam darah dan filtrat glomerulus melebihi jumlah yang dapat diserap kembali oleh tubulus. Biasanya, glukosa benar-benar diserap kembali ketika kadar glukosa darah kurang dari 200 mg/dL (11 mmol/L). Pada diabetes, ketika kadar glukosa darah melebihi kapasitas reabsorpsi ginjal, glukosa akan muncul di dalam urin (Glikosuria). Molekul protein juga biasanya tidak akan ditemukan dalam urin, akan tetapi protein dengan berat molekul rendah seperti globulin dan albumin secara bertahap dapat diekskresikan dalam jumlah kecil. Kondisi proteinuria transien dalam jumlah kurang dari 150 mg/dL dianggap normal dan tidak memerlukan evaluasi lebih lanjut. Proteinuria persisten biasanya menandakan kerusakan pada glomerulus (Brunner & Suddarth, 2005 ; Brunner & Suddarth, 2013).

Dalam pengaturan suplai darah di ginjal, ada sekitar 20 – 25 % cardiac output menuju ke ginjal. Sekitar 1,2 liter darah melewati ginjal setiap menitnya. Hasil penyaringan darah yang masuk ke renal dalam tubuh sekitar 60 kali/24 jam. Filtrasi darah di renal melalui 3 lapisan yaitu Lapisan pertama endotel : mengandung lubang2 tipis (jendela) komponen protein bisa lewat, lapisan kedua yaitu membran basalis :basemen kapiler merupakan fibrous protein, dan lapisan ketiga disebut lapisan viseral glomerulus kapsul dan sel Podosit (Sel epitelia) : podosit berukuran besar spt tangan punya jari2 disebut foot processes atau pedicels.

8.3.2. Proses Berkemih (Miksi)

Proses berkemih atau miksi merupakan mekanisme pengosongan vesika urinaria pada saat kondisi kandung kemih terisi penuh urin. Ada dua langkah utama yaitu jika kandung kemih terisi secara progresif sampai tegangan dindingnya meningkat diatas nilai ambang akan menstimulasi reflek miksi dan reflek miksi tersebut merangsang pengosongan kandung kemih sehingga menimbulkan keinginan berkemih. Pengeluaran urin diatur oleh reflex mikturiksi dengan penjelasan sebagai berikut.

- 1) Sejumlah urin (200 – 300 ml) menyebabkan regangan pada kandung kemih.
- 2) Regangan merangsang reseptor regangan, sinyal akan diteruskan melalui syaraf afferen ke nervus pelvikus di medulla spinalis.
- 3) Di medulla spinalis sinyal akan diteruskan ke nervus motorik parasimpatis dan melalui interneuron dibawa ke hipotalamus yang akan dihantarkan ke otak sehingga manusia mempersepsikan keinginan untuk BAK.
- 4) Sinyal dari nervus motorik parasimpatis dibawa oleh syaraf efferent ke otot destusor dan menstimulasi otot tersebut untuk berkontraksi.
- 5) Kontraksi menyebabkan peningkatan tekanan kandung kemih, namun urin tidak keluar sampai sfringter internal dan eksternal berelaksasi di bawah kontrol volunter.
- 6) Volume urin di kandung kemih dalam kondisi meningkat hingga mencapai 500 ml maka akan meningkatkan stimulasi reseptor regangan pada akhirnya terjadi sensasi berkemih yang semakin kuat.
- 7) Selanjutnya jika reflex yang dihasilkan sudah cukup kuat untuk membuka sfringter uretra internal, maka sfingter akan terbuka sehingga uretra eksternal terangsang untuk relaksasi dan terjadilah pengeluaran urin.

- 8) Pada proses akhir miksi kurang dari 10 ml urin akan tetap berada di vesika urinaria.
(Brunner & Suddarth, 2005 ; Haryani, A., Halimatussadiyah, I., Sanusi, S, 2009)

8.3.3. Regulasi Ekskresi Elektrolit

Fungsi fisiologis lain dari sistem ekskresi salah satunya ginjal adalah dalam melakukan regulasi pengeluaran elektrolit. Ketika ginjal berfungsi secara normal, volume elektrolit yang dikeluarkan per hari sama persis dengan jumlah yang dicerna. Misalnya, makanan harian rata-rata orang Amerika mengandung 6 sampai 8 g masing-masing natrium klorida (garam) dan kalium klorida. Hampir semua ini diekskresikan dalam urin. Ekskresi elektrolit termasuk natrium dan kalium (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2013).

Lebih dari 99% air dan natrium yang disaring di glomerulus diserap kembali ke dalam darah pada saat urin meninggalkan tubuh. Air dari filtrat mengikuti natrium yang diserap kembali untuk menjaga keseimbangan osmotik. Dengan mengatur jumlah natrium (dan karenanya air) yang diserap kembali, ginjal dapat mengatur volume cairan tubuh. Jika lebih banyak natrium yang dikeluarkan daripada yang dicerna, terjadilah dehidrasi; jika lebih sedikit natrium yang diekskresikan daripada yang dicerna, hasil retensi cairan. Pengaturan volume natrium yang diekskresikan tergantung pada aldosteron, hormon yang disintesis dan dilepaskan dari korteks adrenal. Dengan peningkatan aldosteron dalam darah, lebih sedikit natrium yang diekskresikan dalam urin karena aldosteron mampu meningkatkan penyerapan kembali natrium di ginjal. Aldosteron dari korteks adrenal yang keluar, dikendalikan oleh angiotensin II. Kadar angiotensin II pada gilirannya dikendalikan oleh renin, suatu enzim yang dilepaskan dari sel-sel khusus di ginjal. Sistem kompleks ini diaktifkan ketika tekanan pada arteriol ginjal turun di bawah tingkat normal, seperti yang terjadi pada syok, dehidrasi, atau penurunan pengiriman natrium klorida

ke tubulus. Aktivasi sistem ini meningkat retensi air dan perluasan volume cairan intravaskular. Sistem kompleks ini diaktifkan ketika tekanan pada arteriol ginjal turun di bawah batas normal seperti pada kondisi syok, dehidrasi, atau penurunan transportasi natrium klorida ke tubulus. Aktivasi sistem ini meningkatkan retensi air dan perluasan volume cairan intravaskular (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2013).

8.3.4 Regulasi Ekskresi Air

Pengaturan produksi air merupakan fungsi penting dari ginjal. Dengan asupan cairan yang tinggi, sejumlah besar urin encer dapat diekskresikan. Akan tetapi jika asupan cairan tubuh kurang maka yang akan terjadi urin pekat yang akan dikeluarkan. Konsumsi air dianjurkan sekitar 1 - 2 liter per hari akan diekskresikan sekitar 400 - 500 ml cairan ke dalam urin. Sisanya akan keluar melalui sistem integumen (kulit), proses bernapas (melalui organ paru) dan dikeluarkan bersama feses dalam sistem pencernaan (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2013).

Tingkat pengenceran atau konsentrasi urin dapat diukur dari segi osmolalitas, jumlah partikel (elektrolit dan molekul lain) yang terlarut per kilogram urin. Filtrat di kapiler glomerulus normalnya memiliki osmolalitas yang sama dengan darah, dengan nilai sekitar 300 mOsm/L (300 mmol/L). Saat filtrat melewati tubulus dan saluran pengumpul, osmolalitas dapat bervariasi dari 50 hingga 1.200 mOsm/L, menunjukkan kemampuan pemekatan dan pengenceran yang maksimal di renal. Ketika seseorang mengalami dehidrasi atau menahan cairan, lebih sedikit air yang diekskresikan, dan secara proporsional lebih banyak partikel hadir dalam urin, membuat urin tampak pekat dan osmolalitas tinggi. Ketika seseorang mengeluarkan sejumlah besar air, partikel-partikelnya diencerkan. Urine tampak encer dan osmolalitas rendah (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2013).

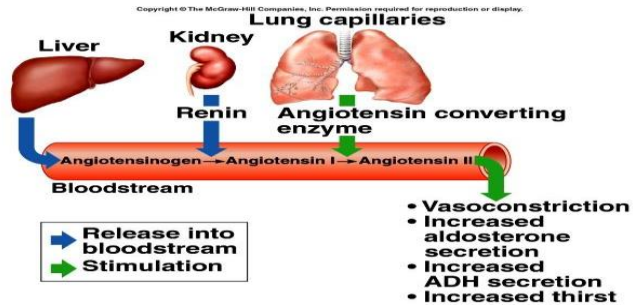
Zat tertentu dapat mengubah volume air yang dikeluarkan dan digambarkan aktif secara osmotik. Ketika zat ini disaring, mereka menarik air melintasi glomerulus dan tubulus dan meningkatkan volume urin. Glukosa dan protein adalah dua contoh molekul yang aktif secara osmotik. Osmolalitas urin biasanya berkisar antara 300 hingga 1.100 mOsm/kg; namun, setelah pembatasan cairan selama 12 jam, kisaran tersebut menyempit menjadi 500 hingga 850 mOsm/kg. Kisaran normal yang luas ini membuat tes ini berharga hanya ketika kemampuan pemekatan dan pengenceran ginjal dipertanyakan. (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2013).

Ketika asupan cairan berkurang, berat jenis biasanya meningkat. Dengan asupan cairan yang tinggi, berat jenis menurun. Pada pasien dengan penyakit ginjal, berat jenis urin tidak bervariasi dengan asupan cairan, dan urin pasien dikatakan memiliki berat jenis tetap. Gangguan atau kondisi yang menyebabkan berat jenis urin rendah antara lain diabetes insipidus, glomerulonefritis, dan kerusakan ginjal berat. Hal-hal yang dapat menyebabkan peningkatan berat jenis antara lain diabetes melitus, nefrosis, dan kehilangan cairan yang berlebihan (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2013).

8.3.5. Autoregulasi Tekanan Darah

Pengaturan tekanan darah juga merupakan fungsi renal. Vasa recta yang menjadi pembuluh darah spesifik yang mengatur autoregulasi ini secara konstan memantau tekanan darah saat darah mulai mengalir menuju ke ginjal. Disaat vasa recta mendeteksi adanya tekanan darah yang menurun, maka sel juxtaglomerular khusus di dekat arterioli aferen, tubulus distal, dan arterioli eferen akan mensekresi hormon renin. Renin mampu mengubah angiotensinogen menjadi angiotensin I dan pada akhirnya berubah menjadi angiotensin II (vasokonstriktor paling kuat). Vasokonstriksi yang terjadi mengakibatkan tekanan darah meningkat. Selanjutnya, korteks adrenal mensekresi aldosteron sebagai

respons adanya rangsangan dari kelenjar hipofisis yang menjadi indikator perfusi yang kurang baik atau peningkatan osmolalitas serum. Pada akhirnya terjadi kondisi peningkatan tekanan darah. Ketika vasa recta mendeteksi adanya peningkatan tekanan darah maka secara otomatis sekresi renin berhenti. Kegagalan mekanisme umpan balik ini menjadi penyebab terjadinya hipertensi (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2013)

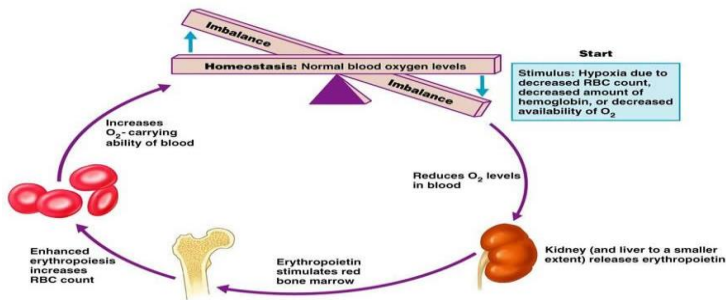


Gambar 8.7. Regulasi Tekanan Darah yang Diperantarai RAA System

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

8.3.6 Pembentukan Sel Darah Merah

Ketika ginjal merasakan penurunan tekanan oksigen dalam aliran darah ginjal, mereka melepaskan erythropoietin. Erythropoietin merangsang sumsum tulang untuk memproduksi sel darah merah (RBC), sehingga meningkatkan jumlah hemoglobin yang tersedia untuk membawa oksigen. Volume urin mL min urin kreatinin mg dL serum kreatinin mg/dL (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2018).



Gambar 8.8. Proses Pembentukan Eritrosit

Sumber :

<http://classes.midlandstech.edu/carterp/Courses/bio211/chap17/Slide7.JPG>

8.3.7 Proses Sintesis Vitamin D

Ginjal juga bertanggung jawab untuk konversi akhir vitamin D aktif menjadi bentuk aktifnya, 1,25-dihidroksikolekalsiferol. Vitamin D diperlukan untuk menjaga keseimbangan kalsium normal dalam tubuh (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2018).

8.3.8 Mekanisme Ginjal dalam Pengaturan Keseimbangan Asam Basa

Ekskresi asam/basa mendukung eliminasi CO₂ dari paru untuk mengontrol status asam basa tubuh. Asam di ginjal adalah hidrogen, amonium NH₄⁺, fosfat dan buffer sulfat. Basa ginjal adalah bikarbonat (HCO₃⁻). Pembentukan amonium di tubulus proksimal memperbesar sekresi asam khususnya asidosis kronis. Sel tubulus proksimal memetabolisme glutamin dan membentuk amonia. Derajat keasaman (pH) dari nefron distal diatur oleh sel terinterkalasi. Kenaikan CO₂ di plasma memicu reabsorpsi NaHCO₃ memperbaiki asidosis. Penurunan level CO₂ di plasma memicu reabsorpsi HCL yang memperbaiki alkalosis (Kowalak, 2011 ; Brunner & Suddarth 2018).

DAFTAR PUSTAKA

- Black, J dan Hawks, J. (2014). *Keperawatan Medikal Bedah Manajemen Klinis untuk Hasil yang Diharapkan Edisi 8*. Elviesier (Singapore) Pte. Ltd
- Brunner & Suddarth's. (2005). *Textbook of Medical-Surgical Nursing*. 10th Edition. Wolters : Lippincott Williams & Wilkins Kluwer.
- Brunner & Suddarth's. (2013). Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah Edisi 8 volume 2. Jakarta EGC
- Brunner & Suddarth's. (2018). *Textbook of Medical-Surgical Nursing*. 14th Edition. Wolters : Lippincott Williams & Wilkins Kluwer.
- Haryani, A., Halimatussadiah, I., Sanusi, S. (2009). *Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia*. Bandung : Penerbit Cakra.
- Kowalak, J. P. (2011). Buku Ajar Patofisiologi (Professional Guide to Pathophysiology). EGC.
- <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/urinary-system>
- <https://www.mheducation.com>
- <http://classes.midlandstech.edu/carterp/Courses/bio211/c hap17/Slide7.JPG>

BAB 9

SISTEM PERSARAFAN

Oleh Mustikawati

Sistem saraf merupakan salah satu jaringan kompleks yang memiliki peran sangat penting **sebagai** sistem komunikasi antar jaringan atau organ dan antara dalam dan luar tubuh. untuk mengatur dan mengolah setiap kegiatan dalam tubuh.

Sistem persarafan ini terdiri dari :

1. Susunan sistem saraf pusat/SSP (CNS/Serebro Nervous System) terdiri dari :
 - a. Medulla spinalis atau sumsum tulang belakang merupakan pusat informasi atau pengolahan informasi yang stimulus nya bersifat reflex sehingga jalurnya lebih singkat.
 - b. Otak merupakan pusat integrasi yang berfungsi mengatur kegiatan tubuh, seperti adanya gerakan, sekresi atau pengeluaran hormon, daya pikir atau kognitif, sensasi, hingga emosi. yang terdiri dari:
 - 1) Otak besar (*Serebrum*)
 - 2) Otak tengah (*Mesenfalon*)
 - 3) Otak Kecil (*Serebelum*)
 - 4) Batang otak
 - ✓ Medulla oblongata
 - ✓ Pons Varoli
2. Susunan saraf periper (PNS/Peripheral Nervous System) terdiri dari:
 - a. Susunan saraf somatic
 - b. Susunan saraf otonom yang terdiri dari simpatis dan parasimpatis

*Susunan saraf somatic berperan mengatur aktivitas otot sadar atau serat lintang

*Susunan saraf otonom berperan dalam mengatur otot tak sadar (otot polos) seperti jantung, hati, pancreas, saluran pencernaan, kelenjar, dll.

9.1 Bagaimana Sistem saraf bekerja???

Stimulasi atau rangsangan yang datang dalam bentuk apapun akan diterima oleh reseptor sistem saraf tepi yang selanjutnya dalam bentuk impuls listrik akan dihantarkan oleh **sistem saraf sensori** untuk diteruskan ke sistem saraf pusat.

Pada sistem saraf pusat impuls akan diolah dan **diinterpretasi**. Kemudian jawaban atau respon dari saraf pusat akan diteruskan kembali melalui sistem saraf tepi yaitu **saraf motorik** menuju efektor atau organ target, yang bertindak sebagai inisiator dari respon akhir.

Bagian dari sistem saraf tepi yang memicu respons disebut efektor. Reaksi yang dihasilkan mungkin merupakan reaksi yang dipengaruhi oleh kehendak atau kesadaran **seseorang disebut** dengan saraf *volunteer*. Sedangkan jawaban yang merupakan respon otomatis disebut dengan saraf *involunter*. Respon *volunterr* bagian sistem saraf somatis yang efekturnya adalah otot lurik. Untuk *involunter* melibatkan sistem saraf otonom yang organ targetnya adalah otot bagiantubuh visceral, kelenjarr dan otot jantungng.

9.2 Apa saja Fungsi Persarafan

1. Menerima impuls/stimulus dari dalam maupun luartubuh melalui saraf sensori yang di kenal dengan saraf aferen (*AfferentSensoryPathway*).
2. Melakukan komunikasi dari impuls yang diterima antara sistem saraf tepi dengan pusat integrasi (Otak/medula spinalis).

- 3 Sebagai pusat integrasi (medula spinalis atau otak) untuk mengolah informasi dan menentukan reaksi atau respon.
4. Mengirimkan reaksi atau respon melalui neuron motorik yang dikenal dengan saraf eferen (*Efferent Motorik Pathway*) ke organ target untuk melakukan aktivitas.

Sel Saraf (Neuron)

Sel saraf atau yang dikenal dengan sebutan **neuron** merupakan unit fungsional terkecil dari sistem saraf bertanggung jawab untuk menghasilkan dan mengirimkan impuls. Neuron ini bekerja jika ada stimulasi atau rangsangan yang datang. Jutaan sel saraf atau neuron ini yang membentuk suatu sistem saraf.

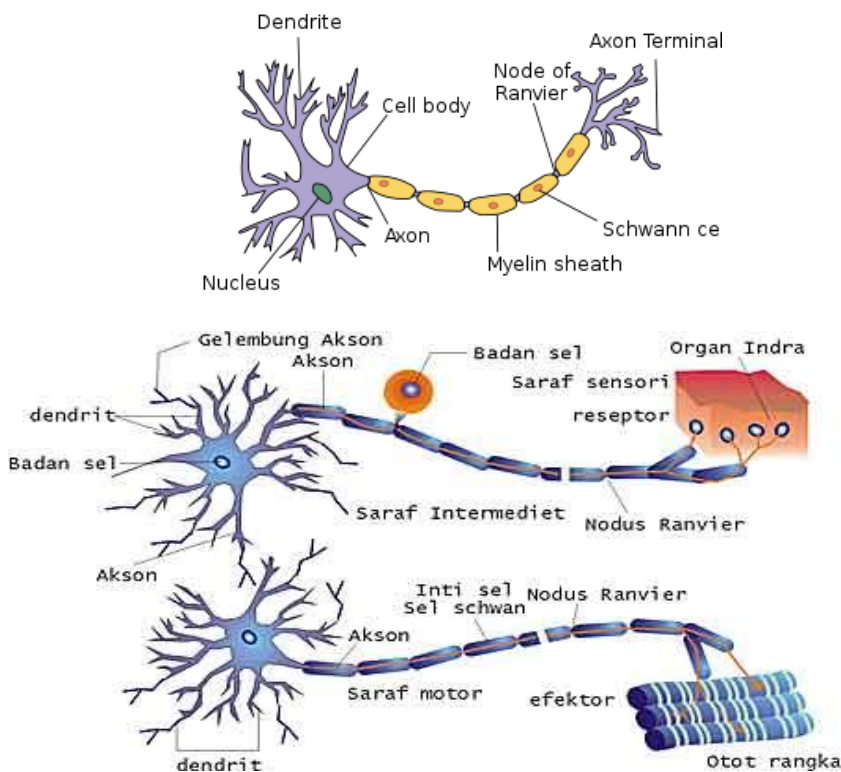
Berdasarkan fungsinya neuron terbagi menjadi 3 jenis :

1. Neuron sensorik yang menerima impuls/stimulus berupa sentuhan, suara atau cahaya untuk dikirimkan ke otak dan sumsum tulang belakang (Spinal cord)
2. Neuron motorik menerima sinyal sebagai jawaban atau respon dari otak dan sumsum tulang belakang untuk dihantarkan ke organ target (efektor).
3. interneuron menyampaikan informasi dari sel saraf ke sel saraf berikutnya untuk membentuk **rantai** saraf.

Sel saraf atau neuron memiliki badan sel dengan serabut pendek yang bercabang disebut dendrit. Serabut-serabut saraf ini keluar dari sitoplasma sel. Serabut saraf yang tipis dan **panjang** yang berfungsi membawa impuls saraf dari neuron ke neuron yang lain disebut dengan akson.

Fungsi dendrit dan badan sel adalah untuk memicu impuls **atau** rangsangan yang menyebabkan awal pertama sistem saraf bekerja. Sedangkan fungsi akson membawa impuls yang datang untuk di kirimkan ke dendrit neuron atau sel saraf berikutnya. Neuron ini membentuk sirkuit panjang

dari perifer ke pusat integrasi (otak/medula spinalis) atau sebaliknya mengirimkan jawaban dari pusat integrasi ke sel-sel motorik . Pengiriman impuls dari sel saraf ke sel saraf berikutnya diperantarai oleh zat kimia yang disebut neurotransmitter. Sambungan antara sel saraf dengan sel saraf yang lain disebut dengan sinaps.



Gambar 9.1. Anatomi neuron

Jaringan Penunjang

Ada beberapa jaringan penunjang saraf yang terdiri atas neuroglia. Neuroglia adalah sel pendukung neuron di sistem saraf pusat. Sel pendukung ini melebihi jumlah sel saraf yang ada 10:1 dengan jumlah 40% dari volume otak dan medulla spinalis. Sel neuroglia terdiri dari 4 jenis: oligodendroglia, ependima, mikroglia dan astroglia.

Oligodendroglia

Dalam Susunan Saraf Pusat terdapat myelin yang dihasilkan oleh sel oligodendroglia yang mengelilingi beberapa neuron. Mielin ini mencegah ion kalium dan natrium melewati membran saraf.

Ependima

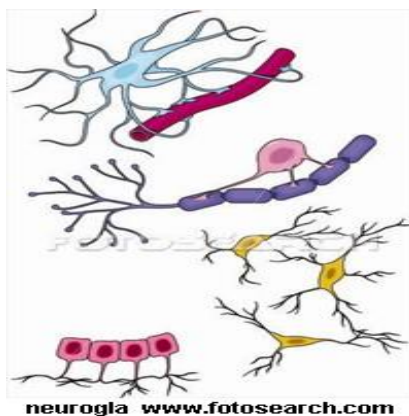
Berperandam dalam produksi cairan cerebrospinalis atau cairan otak, yang merupakan epitel dari pleksus choroideus.

Mikroglia

Ini adalah fagositosis, yang bertanggung jawab mencerna dan melumatkan sisa jaringan yang sudah tidak berfungsi dan memainkan peran penting dalam memerangi infeksi. Sel-sel ini milik sistem sel retikuloendotelial.

Astroglia

Sel ini memiliki bentuk seperti bintang dan banyak serabut pendek yang memberikan **nutrisi** penting yang dibutuhkan oleh sel saraf. Astrosit atau astroglia berada di ruangan yang sebelumnya ditempati oleh neuron dan prosesnya.



Gambar 9.2. Neuroglia

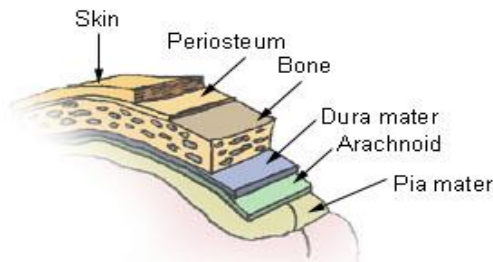
9.3 Sistem Saraf Pusat

Sistem saraf pusat meliputi otak (cerebrocephalon) dan sumsum tulang belakang (spinal cord). Keduanya merupakan organ yang sangat lunak dengan fungsi yang sangat penting dan membutuhkan perlindungan. Selain tengkorak dan tulang belakang, otak juga dilindungi oleh 3 lapis meninges. Ketika selaput ini terinfeksi, peradangannya dikenal dengan meningitis. Tiga lapisan membran meningeal dari lapisan paling luar adalah:

1. Duramater; merupakan selaput yang kuat dan melekat pada tengkorak.
2. Arachnoid; disebut bentuk laba-laba yang berfungsi melindungi otak terhadap kerusakan mekanis.
3. Piamater. Selaput ini banyak mengandung pembuluh darah dan sangat dekat dengan permukaan otak serta berperan sebagai pemasok oksigen dan nutrisi juga sebagai transportasi limbah.

Terdapat rongga (ruang) di antara ketiga lapisan meninges, yaitu:

1. Ruang epidural → Terletak diantara tengkorak dan dura mater, berisi pembuluh darah.
2. Ruang subdural → Terletak diantara Duramater dan Arachnoid mengandung serosa dan pembuluh darah.
3. Ruang Subarachnoid → Terletak diantara arachnoid dan piamater mengandung banyak pembuluh darah yang membawa nutrisi dan oksigen.



Meninges of the CNS

Gambar 9.3. Lapisan Meninges



Gambar 9.4. Otak

Ada tiga bahan penting dalam otak dan medulla spinalis (spinal cord) yaitu: 1. badan sel yang merupakan bagian dari area abu-abu (grey matter) 2. serabut saraf merupakan bagian dari area putih (alba matter). 3. sel neuroglial, yaitu jaringan penyokong antar neuron pada susunan saraf pusat. Meskipun otak dan sumsum tulang belakang terbuat dari bahan yang sama, strukturnya berbeda. Di otak, area abu-abu berada di luar atau di atas kulit (korteks) dan area putih beradadi tengah. Sumsum tulang belakang memiliki arrea

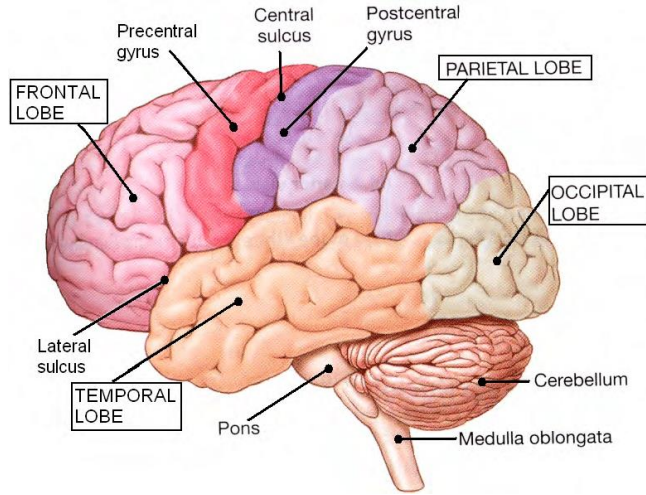
abu-abu berbentuk kupu-kupu di bagian tengah, sedangkan korteks serebral memiliki area putih.

1. Otak

Otak memiliki lima bagian utama, yaitu: otak besar, otak tengah (mesencephalon), otak kecil, sumsum tulang belakang (medulla oblongata) dan pons.

a. Otak besar (Serebrum)

Mengatur semua kegiatan kognitif, seperti kecerdasan, daya ingat, kesadaran, dan konsentrasi. Otak adalah pusat integrasi dari semua aktivitas/gerakan secara sadar ataupun otomatis. Di bagian abu-abu korteks serebral, di belakang area motorik, terdapat area penerimaan stimulus (area sensorik), yang mengatur gerakan yang disengaja atau merespons rangsangan. Selain itu, terdapat area asosiasi yang menghubungkan area motorik dan sensorik. Area ini berperan dalam belajar, menyimpan ingatan, membuat kesimpulan dan belajar bahasa. Kedua area ini dikelilingi oleh divisi yang mengatur aktivitas psikologis yang lebih tinggi. Misalnya, lobus frontal adalah pusat proses berpikir (yakni mengingat, menganalisis, berbicara, kreativitas) dan emosi. Pusat penglihatan ada di belakang.



Gambar 9.5. Otak dengan bagian-bagiannya

https://www.researchgate.net/figure/The-four-lobes-of-the-cerebrum-120_fig4_38319379

Otak besar terdiri dari hemisferium/hemisfer cerebrum kanan dan kiri yang dihubungkan oleh corpus callosum. Belahan otak besar terbagi menjadi beberapa bagian yang diberi nama sesuai dengan tulang di atasnya:

- a) Lobus frontal, bagian otak yang terletak di bawah tulang frontal. Terletak di depan sulkus sentral. Fungsinya : menentukan moralitas, mengontrol perilaku seseorang, personaliti dan emosional seseorang. Terdapat Area Broca pada lobus frontal dan fungsinya mengontrol ekspresi bicara
- b) Lobus parietal, bagian otak di bawah tulang parietal yang terletak di belakang sulkus sentral. Lobus ini merupakan area sensorik utama otak dan berfungsi menganalisa sensasi nyeri, suhu dan sentuhan
- c) Lobus Occipitalis adalah lobus posterior korteks berada di bawah tulang occipital berfungsi sebagai pusat asosiasi visual dan menerima informasi dari

retina mata serta mengidentifikasi warna dan objek.

- d) Lobus temporal, bagian otak yang terdapat dibawah tulang temporal. Fungsi : menggabungkan indera perasa, penciuman dan pendengaran serta ingatan jangka panjang.

Terdapat area terjemahan bahasa yang dikenal dengan area Wernicke.

- b. Otak tengah (mesensefalon)

Area ini berada di bagian depan otak kecil dan pons. Terdapat juga Talamus dan kelenjar pituitary pada area depan otak tengah yang mengatur fungsi kelenjar endokrin. Pada bagian atas (dorsal) dari otak tengah merupakan area saraf optik, yang mengontrol refleks mata seperti pengecilan pupil.

- c. otak kecil (serebelum)

Area ini berperan penting dalam mengoordinasikan gerakan otot volunter, keseimbangan, dan postur tubuh. Jika terdapat rangsangan berbahaya, gerakan sadar secara normal tidak mungkin dilakukan.

- d. Jembatan Varoli (pons varoli)

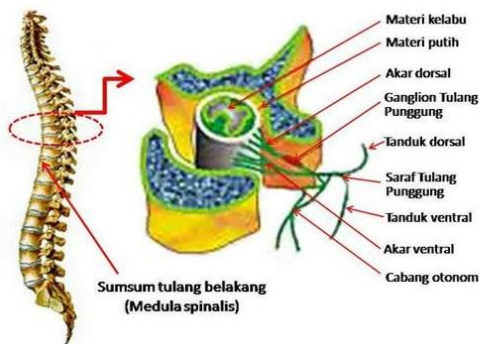
Jembatan Varoli mengandung serabut saraf yang menghubungkan otak kecil kiri dan kanan, juga menghubungkan otak dan sumsum tulang belakang.

- e. medulla oblongata

Merupakan bagian otak paling bawah yang berdekatan langsung dengan medulla spinalis. Fungsi medulla oblongata sebagai pusat pengaturan aktivitas tubuh seperti jantung, paru-paru dan aliran darah.

2. Medulla Spinalis

Tulang belakang adalah bagian terpenting dari tubuh manusia yang berfungsi sebagai alat penyokong tubuh agar dapat berdiri dan duduk dengan tegak serta melindungi sumsum tulang dari trauma. Medulla spinalis atau spinal cord adalah kumpulan sel saraf yang menghubungkan otak dan anggota tubuh yang lain. Sumsum tulang belakang atau medulla spinalis berbentuk silinders memanjang dari batang otak atau otak bagian bawah sampai ke punggung bagian bawah dengan panjang sekitar 45 sentimeter (cm) dan diameter 1 cm dengan berat 35 gram. Meskipun sumsum tulang belakang memiliki bentuk dan ukuran yang relatif kecil, ia memainkan peran penting dalam aktivitas sehari-hari. Penampang sumsum tulang belakang terdapat warna putih pada bagian luar dan warna abu-abu pada bagian dalam yang berbentuk kupu-kupu. Bagian putih mengandung serabut saraf asosiatif, yang mengirimkan impuls atau stimulus ke otak dan juga menerima impuls atau stimulus dari otak dalam bentuk perintah ke organ tubuh yang lain/organ target.



Gambar 9.6. Penampang melintang sumsum tulang belakang

<https://www.pelajaran.co.id/sumsum-tulang-belakang/>

Fungsi Medula Spinalis:

1. Mengontrolgerakan tubuh

Sumsum tulang belakang menerima sinyal dari otak untuk diteruskan kebagian tubuh tertentu. Sinyal Gerakan yang dikirim dapat sadar maupun tidak sadar seperti pengaturan pernapasan dan detak jantung.

2. Mengirim impuls/stimulus dari indra tubuh keotak

Sehingga dapat merasakan sensasi tertentu seperti rasa sakit dan sentuhan.

3. Pengaturan refleks tubuh

Sumsum tulang belakang dapat bekerja tanpa adanya perintah dari otak untuk mengontrol gerakan involunter atau tidak sadar dalam bentuk refleks. Contohnya adanya refleks tendon lutut (patela). Refleks ini terjadi saat seseorang menggerakkan kaki jika mendapat rangsangan tertentu .

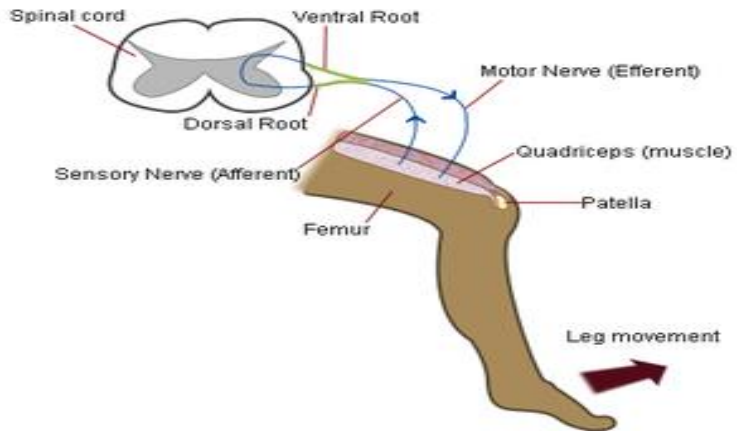
Mekanisme refleks

Gerakan spontan tubuh yang disebut dengan reflex, pusat integrasi atau pusat informasinya adalah sumsum tulang belakang, yang jalur nya lebih dekat daripada sistem saraf pusat otak.

Adanya stimulus → reseptor mengirimkan impuls → neuron sensorik atau Afferen→ Pusat Integrasi (sumsum tulang belakang) → neuron motoric mengirimkan jawaban → efektor →terjadilah gerak refleks

Refleks-refleks yang berpusat di sistem saraf pusat yang bukan pada medula spinalis, pusat koordinasinya berada pada otak. Secara umum pengiriman impuls sensorik di substansia alba medula spinalis berjalan menyilang pada garis tengah. Impuls sensorik dari tubuh sisi kiri akan dikirimkan ke otak sisi kanan dan sebaliknya. Hal ini terjadi juga pada impuls motorik. Seluruh impuls atau stimulus motorik yang berasal dari

otak akan dikirimkan menyilang ke saraf tepi melalui medula spinalis.



Gambar 9.7. Mekanisme refleks

Upper Motor Neuron (UMN) merupakan sel saraf motorik dari korteks motorik serebri atau batang otak dan berakhir di sumsum tulang belakang (Spinal Cord). Sedangkan *Lower motor neuron* (LMN) merupakan neuron-neuron motorik yang berasal dari sistem saraf pusat dan berakhir di otot lurik. Kerusakan fungsi UMN dan LMN dapat menyebabkan kelumpuhan, namun sifatnya berbeda. Gangguan LMN menimbulkan kelumpuhan otot karena rendahnya ketegangan otot (tonus otot) sehingga kesulitan merangsang gerak refleks otot rangkanya (hiporefleksia). Sedangkan gangguan pada UMN menyebabkan kelumpuhan akibat adanya hipertonus atau ketegangan otot yang tinggi sehingga mudah menimbulkan refleks pada otot rangka (hiperrefleksia). Berkas saraf pada Upper Motor Neuron (UMN) di bagian medial batang otak akan saling menyilang. Sedangkan UMN di bagian Internal tetap berjalan pada sisi yang sama sampai di medula spinalis.

Berkas tersebut akan menyilang, sehingga kerusakan UMN diatas batang otak akan menimbulkan kelumpuhan pada otot-otot sisi yang berlawanan.

Sirkulasi Darah Otak

Pada keadaan fisiologis tubuh, jantung mengirimkan darah ke otak melalui Arteri Carotis Interna kanan dan kiri serta Arteri Vertebralis kanan dan kiri sejumlah 20% *cardiac output* yaitu sebesar 1100-1200 cc/menit, Ke-2 arteri ini membentuk jaringan pembuluh darah kolateral yang disebut circle willis. Sirkulasi ini disebut dengan *blood flow cerebral*

➔ Arteri vertebra mensuplai kebutuhan Oksigen dan nutrisi ke bagian posterior otak, diencepalon, batang otak, cerebelum dan oksipital. Arteri karotis interna mensuplai kebutuhan oksigen dan nutrisi ke sebagian besar hemisfer .

Suplai Darah Medula Spinalis

Terdiri dari arteri Spinalis anterior dan posterior yang merupakan percabangan dari arteri vertebralis.

Cairan Cerebrospinalis

Cairan cerebrospinalis (Cerebro Spinal Fluid/CSF) atau dikenal dengan cairan serebrospinalis adalah bagian penting dari sistem saraf pusat, dan salah satu fungsinya adalah menjaga tekanan di dalam tengkorak. Berlebihan produksi cairan otak atau tersumbatnya cairan otak yang menyebabkan cairan otak berlebihan dapat menyebabkan peningkatan *intra kranial*. CSF diproduksi di Pleksus choroideus yang merupakan salah satu ventrikel otak. Pada orang dewasa volumenya berkisar

antara 80 -200 cc, dan relatif tetap jumlahnya saat di produksi dan di absorpsi. Di area sub arachnoid cairan ini di absorpsi oleh vili arachnoid.

Adapun mekanisme sirkulasi CSF dimulai dari flexus ventrikulus lateralis I dan II masuk melalui foramen Monro menuju ventrikel III dan melalui aqueductus sylvii menuju ventrikel IV dan di alirkan ke *foramen megendie* melintasi foramen luscka menuju *cisterna magna* diteruskan ke sub arachnoidea dan masuk ke pembuluh darah.

Kondisi patologis pada cairan serebrospinal dapat disebabkan oleh perubahan produksi dan sirkulasi cairan serebrospinal itu sendiri.

Fungsi Cairan serebrospinalis (CSF):

1. Melindungi otak dan medulla spinalis dari trauma atau cedera
2. Pertahankan keseimbangan tekanan CSF (normal 10-20 mmHg)
3. Mengantar nutrisi dan membuang zat sisa.

Komposisi cairan serebrospinal:

- a. Warna: Transparan, disebut Xanthochrom,
- b. Osmolaritas pada 30 °C: 281 mOSM,
- c. Keseimbangan asam-basa: (a) PH: 7.31 (b). PCO₂: 47,9 mmHg (c). HCO₃: 22,9 meq/l (d). Ca: 2,32 mEq/L (e). Cl: 113-127 meq/lt ,
- d. Kreatinino: 0,4-1,5 mg%
- e. Glukosa: 54-80 mg%
- f. SGOT: 0 hingga 19 unit
- g. LDH: 8-50 unit
- h. Fosfat: 1,2-2,1 mg%
- i. Protein: 20-40 mg% dalam cairan lumbal.

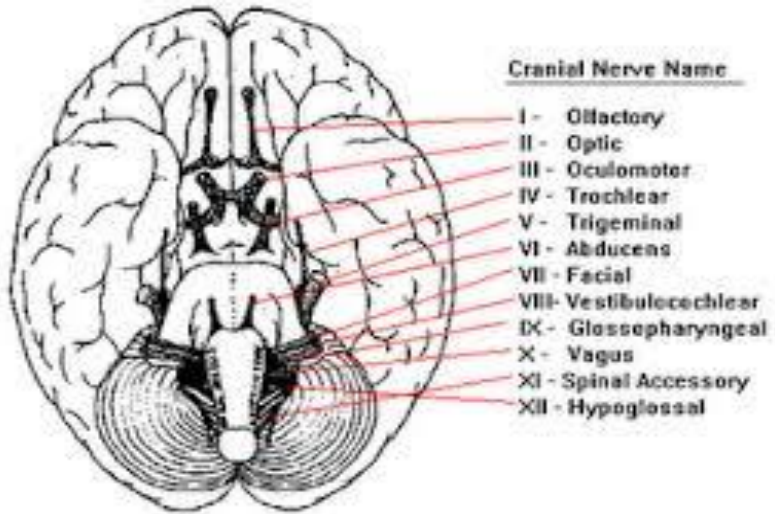
9.4 Sistem Saraf Tepi / Perihierial Nervus System

Sistem saraf perifer atau yang dikenal dengan sebutan sistem saraf tepi adalah sel-sel yang membawa informasi yng merupakan sel saraf sensorik (*saraf aferen*) dan sel saraf yang mengirimkan informasi dari pusat integrase (otak/medulla Spinalis) ke organ target (Efektor) yang disebut dengan sel saraf motoric (*saraf eferen*)

Sistem saraf tepi dibagi menjadi dua cabang yaitu sistem saraf somatik dan sistem saraf otonom. Sistem saraf somatic bekerja untuk otot rangka, sedangkan sistem saraf otonom bekerja untuk bagian visceral tubuh yang bekerja secara involunter yaitu pada otot polos, klenjar dan otot jantung. Saraf Otonom terdiri dari sistem saraf simpatik dan parasimpatik yang bekerja secara bertentangan. . Sistem saraf ini menghasilkan zat kimia perantarayang disebut asetilkolin dan noradrenalin. Parasimpatis disebut **saraf kolinergik**, dimana neuronnya menghasilkan zat kimia asetilkolin. Sedangkan simpatik disebut saraf adrenergik yang memproduksi zat kimia non adrenalin. Distribusi anatomi sistem saraf otonom ke organ dalam menunjukkan pengaruh simpatis dan parasimpatis yang seimbang.

Kerja sistem saraf simpatis dan saraf parasimpatis adalah berlawanan. Contohnya adalah Jika saraf simpatis mempengaruhi kerja jantung meningkat, maka kerja saraf para simpatis menurunkan aktivitas jantung. Begitupun jika pada sistem pencernaan saraf simpatis mengakibatkan penurunan aktivitas sistem pencernaan, maka kerja saraf para simpatis meningkatkan aktivitas sistem pencernaan.

Saraf perifer terdiri dari 12 nervus kranialis, yaitu :



Gambar 10.9. Saraf perifer

1. Saraf Olfactorius (Kranial 1)

Saraf initerletak disebelah atas concha nasalis superior, yang berfungsi untuk mencium bau atau aroma tertentu. Cara kerjanya mengirimkan sensasi bau yang dicium ke otak untuk diidentifikasi dan dikenali bau tersebut.

2. Saraf Optikus (Kranial 2)

Saraf ini memiliki fungsi sensori khusus yang berhubungan dengan penglihatan. Saraf optik terletak pada bagian mata sebelah dalam dekat dengan retina dan bekerja setelah ada cahaya yang datang kemudian diteruskan ke otak untuk diolah informas yang datang.

3. Saraf Oculomotorius (Kranial 3)

Saraf kranial ini memiliki fungsi motorik yaitu membantu pergerakan bola mata kearah yang ditentukan dan berfokus pada objek yang dilihatnya.

Selain itu berfungsi juga mengontrol pupil agar tidak menerima cahaya berlebihan.

4. Saraf Trochlearis (Kranial 4)

Nervus ke 4 ini merupakan saraf kranial yang memiliki fungsi motorik yaitu memutar bola mata dan menggerakkan otot oblikus superior yang berpusat pada mesencephalon.

5. Saraf Trigeminus (Kranial 5)

Nervus ke 5 ini memiliki fungsi sensorik dan motorik pada area oftalmik, maksila dan mandibula. Salah satu fungsi nervus atau saraf ini adalah dapat merespon adanya rangsangan sentuhan atau sensasi pada area wajah, leher atas, dahi dan kulit kepala yang merupakan respon sensori. Selain itu saraf ini juga dapat melakukan gerakan secara simetris pada otot mulut, kelopak mata, dan rahang.

6. Saraf Abducens (Kranial 6)

Nervus ini mempersarafi musculus rectus lateralis yang berpusat di Pons bagian bawah lantai ventrikel 4. Berfungsi menggerakkan mata kearah samping atau kearah luar.

7. Saraf Facialis (Kranial 7)

Nervus ke 7 ini letaknya di bagian dalam kelenjar liur parotis . Berfungsi memberikan informasi motoric untuk mengontrol gerakan otot dan ekspresi wajah serta dapat merasakan berbagai rasa makanan sebagai informasi sensorik.

8. Saraf Aukustikus atau Vestibulokhoklearis (Kranial 8)

Saraf ini terdiri dari saraf vestibular dan saraf kokhle. Sehingga memiliki dua fungsi yaitu mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan bagian telinga dalam dan keseimbangan yang merupakan fungsi dari saraf vestibular. Sedangkan mendeteksi adanya getaran suara dan volume suara merupakan fungsi saraf kokhlea.

9. Saraf Glossopharyngeus (Kranial 9)

Saraf ini memanjang dari medulla oblongata sampai tenggorokan yang mempersarafi lidah dan pharing. Peran dari saraf glossofaringeal berkaitan dengan gag reflex atau gerakan menelan.

10. Saraf Vagus (Kranial 10)

Nervus ke 10 ini berfungsi mengendalikan setiap gerakan jantung, paru-paru, hingga pita suara. Selain itu saraf vagus juga memiliki fungsi mengontrol organ pencernaan, seperti lambung dan usus. Saraf ini terdiri dari saraf motoric, sensorik dan parasimpatis .

11. Saraf Accesorius (Kranial 11)

Saraf aksesorius terletak pada otot trapezius dan sternocleidomastoid. Saraf ini mengendalikan pergerakan pada otot leher, bahu dan kepala sesuai dengan keinginan kita.

12. Saraf Hypoglossus (Kranial 12)

Nervus ke 12 ini berfungsi menggerakkan otot lidah, menelan, berbicara, dan mengunyah makanan. Nervus ini berasal dari medulla oblongata ke arah rahang dan lidah.

Saraf Spinal

Seluruh saraf spinal terdiri dari sel saraf yang mengirim dan menerima stimulus. Serat aferen spinalis membawa impuls ke medula sebagai pusat informasi, sedangkan serat eferen mengirimkan jawaban atau respon dari pusat informasi.

Terdapat tiga puluh satu pasang saraf spinalis: 8 pasang servikal, 12 pasang torakal, 5 pasang lumbal, 5 pasang sakral dan satu pasang koksigeal.

BAB 10

ORGAN INDERA PADA MANUSIA

Oleh I Gede Purnawinadi

10.1 Pendahuluan

Topik sensasi dan persepsi termasuk yang tertua dan terpenting dalam semua psikologi. Orang dilengkapi dengan indera seperti penglihatan, pendengaran, dan rasa yang membantu kita memahami dunia di sekitar kita. Hebatnya, indra kita memiliki kemampuan untuk mengubah informasi dunia nyata menjadi informasi listrik yang dapat diproses oleh otak. Cara kita menginterpretasikan informasi itulah yang mengarah pada pengalaman kita tentang dunia (Privitera, 2020). Organ indera adalah organ khusus yang membantu memahami dunia di sekitar kita, merupakan bagian integral dari kehidupan kita dan itu adalah satu-satunya cara yang memungkinkan kita untuk memahami lingkungan.

Indera adalah sistem biologis yang digunakan oleh suatu organisme untuk sensasi, proses pengumpulan informasi tentang dunia melalui deteksi rangsangan. Misalnya, pada tubuh manusia, otak yang merupakan bagian dari sistem saraf pusat menerima sinyal dari indera yang terus menerus menerima informasi dari lingkungan, menafsirkan sinyal tersebut, dan menyebabkan tubuh merespon, baik secara kimiawi maupun fisik (Bauer *et al.*, 2017).

Sistem sensorik atau indera sering dibagi menjadi sistem sensorik eksternal (*exteroception*) dan internal (*interoception*). Indera eksternal manusia didasarkan pada organ indera mata, telinga, kulit, hidung, dan mulut. Sensasi internal mendeteksi rangsangan dari organ dan jaringan internal. Indera internal yang dimiliki oleh manusia meliputi sistem vestibular (rasa keseimbangan) yang dirasakan oleh telinga bagian dalam, serta yang lain seperti orientasi spasial, *proprioception* (posisi tubuh) dan *nociception* (nyeri). Indera internal lebih lanjut menyebabkan sinyal seperti lapar, haus, mati lemas, dan mual, atau perilaku tak sadar yang berbeda, seperti muntah (Khalsa and Lapidus, 2016).

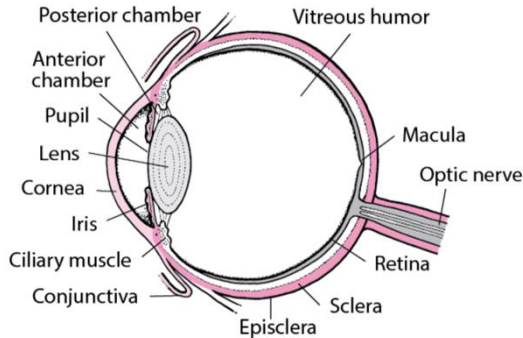
10.2 Organ Mata

Mata adalah organ sensorik yang mengumpulkan cahaya dari dunia yang terlihat di sekitar kita dan mengubahnya menjadi impuls saraf. Saraf optik mentransmisikan sinyal-sinyal ini ke otak, yang membentuk gambar sehingga memberikan penglihatan (Yiallourous, 2016). Mata manusia adalah sistem optik kompleks yang pada dasarnya bekerja seperti kamera: iris berfungsi sebagai bukaan yang mengontrol jumlah sinar cahaya yang mencapai kornea dan lensa (tujuan fotografis), dan retina berfungsi sebagai film. Pembengkokan sinar cahaya oleh kornea dan lensa berfungsi untuk menghasilkan bayangan yang tajam pada retina. Gambar-gambar ini pada akhirnya memicu impuls saraf, yang ditransmisikan ke otak tempat gambar-gambar itu dirasakan dan ditafsirkan.

10.2.1 Anatomi Mata

Mata adalah bola berisi cairan yang tertutup oleh tiga lapis jaringan. Sebagian besar lapisan luar terdiri dari jaringan fibrosa putih yang keras, sklera. Namun, di bagian

depan mata, lapisan luar buram ini diubah menjadi kornea, jaringan transparan khusus yang memungkinkan sinar cahaya masuk ke mata.



Gambar 10.1. Anatomi Mata

(Sumber : Garrity, 2022)

Lapisan tengah jaringan mencakup tiga struktur yang berbeda tetapi terus menerus: iris, badan ciliary, dan koroid. Iris adalah bagian berwarna dari mata yang dapat dilihat melalui kornea. Ini berisi dua set otot dengan tindakan berlawanan, yang memungkinkan ukuran pupil (bukaan di tengahnya) disesuaikan di bawah kendali saraf. Tubuh ciliary adalah cincin jaringan yang mengelilingi lensa dan termasuk komponen otot yang penting untuk menyesuaikan kekuatan bias lensa, dan komponen vaskular (disebut proses ciliary) yang menghasilkan cairan yang mengisi bagian depan lensa mata. Koroid terdiri dari lapisan kapiler kaya yang berfungsi sebagai sumber utama suplai darah untuk fotoreseptor retina. Hanya lapisan terdalam mata, retina, yang mengandung neuron yang peka terhadap cahaya dan mampu mentransmisikan sinyal visual ke target pusat.

10.2.2 Fisiologi Mata

Dalam perjalanan ke retina, cahaya melewati kornea, lensa, dan dua lingkungan cairan yang berbeda. Ruang anterior, ruang antara lensa dan kornea, diisi dengan aqueous humor, cairan encer bening yang memasok nutrisi ke struktur ini dan juga ke lensa. Aqueous humor diproduksi oleh proses siliaris di ruang posterior (daerah antara lensa dan iris) dan mengalir ke ruang anterior melalui pupil. Jalinan sel khusus yang terletak di persimpangan iris dan kornea bertanggung jawab atas penyerapannya. Dalam kondisi normal, tingkat produksi dan penyerapan aqueous humor berada dalam keseimbangan, memastikan tekanan intraokular yang konstan. Tingkat tekanan intraokular yang tidak normal, yang terjadi pada glaukoma, dapat mengurangi suplai darah ke mata dan akhirnya merusak neuron retina (Purves *et al.*, 2001).

Ruang antara bagian belakang lensa dan permukaan retina diisi dengan zat kental seperti agar-agar yang disebut vitreous humor, yang jumlahnya sekitar 80% dari volume mata. Selain mempertahankan bentuk mata, vitreous humor mengandung sel fagositik yang menghilangkan darah dan kotoran lain yang mungkin mengganggu transmisi cahaya. Namun, kemampuan rumah tangga dari vitreous humor terbatas, seperti yang dibuktikan oleh sejumlah besar individu paruh baya dan lanjut usia dengan "floaters" vitreal. Floaters adalah kumpulan puing-puing yang terlalu besar untuk konsumsi fagositik sehingga tetap menimbulkan bayangan yang mengganggu pada retina; mereka biasanya muncul ketika membran vitreous yang menua menjauh dari bola mata yang terlalu panjang pada individu rabun.

bagian mulutnya biasa disebut langit-langit keras; penutup jaringan, langit-langit lunak, meluas kembali ke nasofaring, bagian hidung tenggorokan, dan selama menelan ditekan ke atas, sehingga menutup nasofaring sehingga makanan tidak bersarang di belakang hidung. Area pernapasan dilapisi dengan selaput lendir lembab dengan tonjolan seperti rambut halus yang dikenal sebagai silia, yang berfungsi untuk mengumpulkan kotoran. Lendir dari sel di dinding membran juga membantu menjebak partikel debu, karbon, jelaga, dan bakteri. Rongga sinus terletak di tulang tengkorak di kedua sisi hidung (Petruzzello, 2012).

Proses penciuman melibatkan pengubahan stimulus kimiawi, bau, menjadi sinyal listrik yang dikirim ke otak untuk interpretasi. Mekanisme ini dimulai setelah neuron sensorik penciuman mendepolarisasi sebagai respons terhadap pengikatan molekul bau ke reseptor berpasangan G-protein (GPCR). Protein G yang terdisosiasi mengaktifkan kaskade intraseluler melalui adenilil siklase yang menghasilkan molekul siklik adenosin monofosfat (cAMP) yang mengikat dan membuka saluran ion di dalam membran plasma neuron. Selanjutnya, masuknya ion natrium dan kalsium positif dan keluarnya ion klorida negatif terjadi. Depolarisasi neuron berlanjut sampai potensial ambang terjadi, memicu potensial aksi yang dihasilkan. Potensial aksi berjalan menuruni saraf olfaktorius melalui lempeng berkisi menuju glomerulus di bulbus olfaktorius. Glomeruli kemudian memproyeksikan ke area tertentu di dalam otak tempat pemrosesan, modulasi, dan interpretasi tingkat tinggi terjadi (Branigan and Tadi, 2022).

10.3.2 Fisiologi Hidung

Di bagian penciuman hidung, sebagian besar lapisannya adalah selaput lendir. Segmen kecil dari lapisan tersebut mengandung sel-sel saraf yang merupakan organ sensorik yang sebenarnya. Serat, yang disebut dendrit, yang menonjol dari sel saraf ke dalam rongga hidung, hanya ditutupi oleh lapisan tipis kelembapan. Kelembaban melarutkan partikel mikroskopis yang dibawa udara ke hidung dari zat penghasil bau, dan partikel yang larut dalam cairan merangsang sel saraf penciuman secara kimiawi.

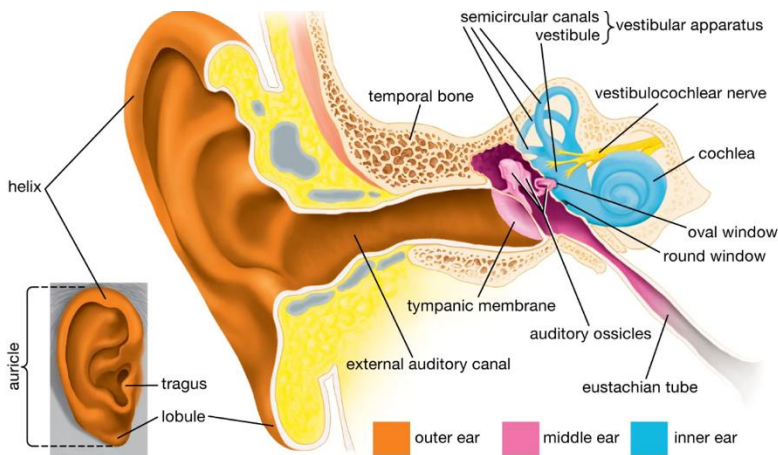
Area permukaan rongga hidung yang luas dan lembab menjadikannya lokasi yang ideal untuk menyesuaikan kualitas udara yang dihirup sebelum pertukaran oksigen di paru-paru. Lendir hidung melindungi epitel dari partikel eksternal, terutama pada saat peradangan. Kemampuan sensorik yang unik untuk mencium disebabkan oleh ujung saraf khusus di dalam saraf penciuman. Siklus hidung menyebabkan pergantian spontan kemacetan dan dekongesti antara sisi kiri dan kanan rongga (Freeman, Karp and Kahwaji, 2022).

Selain itu, rongga hidung memungkinkan penciuman. Penciuman membantu mengidentifikasi sumber bahaya atau nutrisi terdekat, serta memengaruhi suasana hati dan seksualitas. Saat udara memasuki rongga hidung, turbinat berfungsi untuk mengarahkan sebagian aliran udara ke daerah rongga yang lebih tinggi. Celah penciuman berada di atap rongga hidung dekat lempeng berkisi. Reseptor penciuman yang terletak di sini mengikat bau yang dibawa ke hidung selama inhalasi dan mengirimkan sinyal ke korteks penciuman dan daerah otak lainnya (Patel and Pinto, 2014).

10.4 Organ Telinga

Telinga manusia sebagai organ pendengaran dan kesetimbangan yang mendeteksi dan menganalisis suara melalui transduksi (atau konversi gelombang suara menjadi impuls elektrokimia) dan menjaga keseimbangan (keseimbangan). Telinga manusia, seperti mamalia lainnya, mengandung organ indera yang melayani dua fungsi yang sangat berbeda: pendengaran dan keseimbangan postural serta koordinasi gerakan kepala dan mata. Secara anatomi, telinga memiliki tiga bagian yang dapat dibedakan: telinga luar, tengah, dan dalam.

10.4.1 Anatomi Telinga



Gambar 10.3. Anatomi Telinga
(Sumber : (Hawkins, 2023))

Telinga luar terdiri dari bagian yang terlihat disebut daun telinga, atau pinna, yang menonjol dari sisi kepala, dan saluran pendengaran eksternal pendek, ujung dalam yang ditutup oleh membran timpani, biasanya disebut gendang telinga. Fungsi telinga luar adalah mengumpulkan gelombang suara dan mengarahkannya ke membran timpani. Telinga tengah adalah rongga sempit berisi udara di tulang temporal.

Itu direntangkan oleh rantai tiga tulang kecil — malleus (palu), incus (landasan), dan stapes (sanggurdi), secara kolektif disebut tulang pendengaran. Rantai tulang pendengaran ini menghantarkan suara dari membran timpani ke telinga bagian dalam, yang telah dikenal sejak zaman Galen (abad ke-2 M) sebagai labirin.

Sistem Ini adalah sistem yang rumit dari saluran dan rongga berisi cairan yang terletak jauh di dalam bagian petrosa yang keras dari tulang temporal. Telinga bagian dalam terdiri dari dua unit fungsional: alat vestibular, terdiri dari kanal vestibulum dan setengah lingkaran, yang berisi organ sensorik keseimbangan postural; dan koklea seperti cangkang siput, yang berisi alat indera pendengaran. Organ sensorik ini adalah ujung saraf kranial kedelapan yang sangat terspesialisasi, juga disebut saraf vestibulocochlear.

10.4.2 Fisiologi Telinga

Mendengar adalah proses di mana telinga mengubah getaran suara di lingkungan luar menjadi impuls saraf yang disampaikan ke otak, di mana mereka ditafsirkan sebagai suara. Suara dihasilkan ketika objek yang bergetar, seperti senar gitar yang dipetik, menghasilkan pulsa tekanan dari molekul udara yang bergetar, lebih dikenal sebagai gelombang suara. Telinga dapat membedakan berbagai aspek subjektif dari suatu suara, seperti kenyaringan dan nadanya, dengan mendeteksi dan menganalisis karakteristik fisik gelombang yang berbeda. Pitch adalah persepsi frekuensi gelombang suara, yaitu jumlah panjang gelombang yang melewati titik tetap dalam satuan waktu. Frekuensi biasanya diukur dalam siklus per detik, atau hertz.

Gelombang suara dengan frekuensi yang lebih tinggi disebut ultrasonik, meskipun dapat didengar oleh mamalia lain. Kenyaringan adalah persepsi intensitas suara yaitu, tekanan yang diberikan oleh gelombang suara pada membran

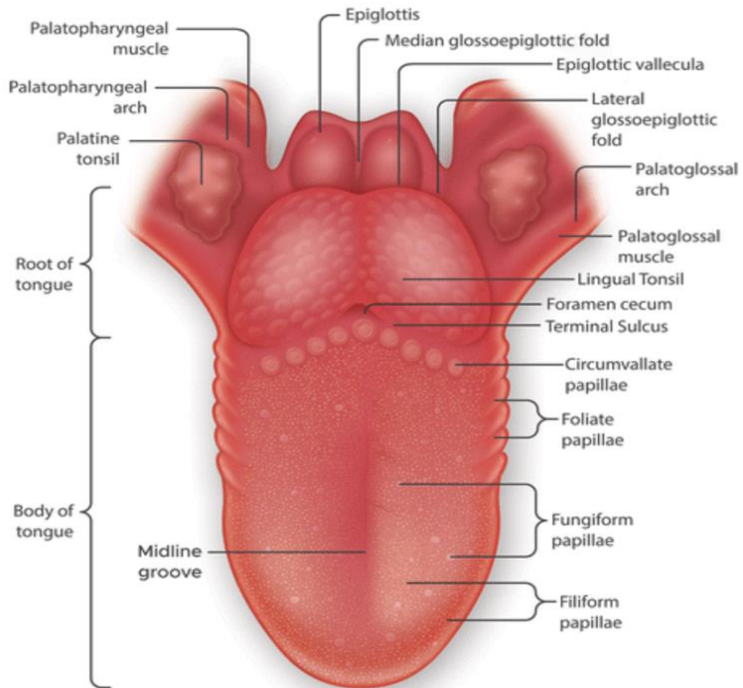
timpani. Semakin besar amplitudo atau kekuatannya, semakin besar tekanan atau intensitasnya, dan akibatnya kenyaringan suara tersebut. Intensitas suara diukur dan dilaporkan dalam desibel (dB), satuan yang menyatakan besarnya relatif suara pada skala logaritmik. Dengan kata lain, desibel adalah satuan untuk membandingkan intensitas suara tertentu dengan suara standar yang dapat didengar oleh telinga manusia normal pada frekuensi dalam rentang yang paling sensitif bagi telinga.

Telinga luar berfungsi mengarahkan gelombang suara ke membran timpani. Daun telinga memusatkan sebagian besar gelombang suara dan mengarahkannya ke saluran berbentuk corong. Karena daun telinga manusia hampir tidak bergerak dan tidak terlalu besar, daun telinga manusia kurang efektif dalam mengumpulkan suara dibandingkan telinga mamalia lain. Mekanisme resonansi ini hanya bekerja dengan gelombang suara dengan panjang gelombang pendek (frekuensi antara 2000 hingga 7000 Hz) sehingga menentukan kepekaan telinga manusia terhadap beberapa frekuensi yang membantu kita membedakan vokal dari konsonan. Kemudian, getaran tiba di membran timpani, memicu getaran di sana juga. Getaran ini merangsang rantai struktur tulang pendengaran yang akan mengirimkan energi ke koklea, struktur spiral di telinga bagian dalam. Di koklea, energi tidak lagi dalam bentuk getaran, tetapi dalam bentuk energi hidrolik. Sistem yang dengannya manusia mendeteksi suara terdiri dari saluran pendengaran eksternal dan mikrostrukturnya dan serabut saraf yang melahirkan divisi vestibular dan koklea saraf kranial VIII (Nava and Lasrado, 2022).

10.5 Organ Lidah

Lidah manusia memiliki arsitektur yang kompleks, konsisten dengan perannya yang kompleks dalam makan, berbicara, dan bernapas. Lidah adalah organ berotot yang dibentuk oleh susunan kompleks otot intrinsik dan ekstrinsik. Umumnya, otot intrinsik mengubah bentuk lidah, dan otot ekstrinsik bertugas menggerakkannya ke arah yang berbeda. Lidah terutama terlibat dalam pencernaan, persepsi rasa, dan ucapan tetapi juga memainkan peran penting dalam pernapasan.

10.5.1 Anatomi Lidah



Gambar 10.4. Anatomi Lidah
(Sumber : (Doyle *et al.*, 2023))

Area lidah di posterior sulcus terminalis dikenal sebagai root atau base (sepertiga posterior lidah). Tubuh (dua pertiga anterior lidah) adalah bagian terbesar dari lidah dan memanjang dari sulkus terminalis ke frenulum. Tubuh dibagi lagi menjadi anterior dan posterior. Korpus anterior adalah area di bawah langit-langit keras, dan korpus posterior berada di bawah langit-langit lunak.[5] Kumpulan jaringan limfatik nodular terletak di sepertiga posterior lidah dan dikenal sebagai tonsil lingual (Dotiwala and Samra, 2022).

10.5.2 Fisiologi Lidah

Indera perasa bergantung pada struktur neuroanatomi yang terdefinisi dengan baik, yaitu, kuncup pengecap dan serabut saraf aferen. Kuncup pengecap adalah kumpulan 50-100 sel neuroepitel yang terletak di seluruh rongga mulut, termasuk epiglottis dan laring. Mereka bertanggung jawab atas proses transduksi awal yang pada akhirnya menghasilkan persepsi sensasi pahit, asam, asin, manis, dan umami (gurih) (Witt, 2019).

Sensasi rasa itu kompleks, dan meskipun jalur gustatory telah ditentukan secara anatomis, persepsi rasa bukan hanya produk dari jalur ini saja. Bahan kimia yang dikenal sebagai perasa dideteksi oleh sel-sel dari kuncup pengecap, yang terletak di dalam papila. Papila berbentuk jamur adalah yang paling banyak dan ditemukan dalam konsentrasi tinggi pada dua pertiga anterior lidah. Papila sirkumvalata terletak di dalam sulcus terminalis di sepertiga posterior, dan papila foliate terletak di lateral. Namun, ada kuncup pengecap di seluruh rongga mulut, dinding posterior faring, dan epiglottis. Sinyal-sinyal ini dibawa melalui saraf kranial VII, IX, dan X ke daerah pengecapan di otak tengah (nukleus saluran soliter) dan selanjutnya ke talamus di saluran tegmental pusat. Thalamus menyampaikan informasi ini ke korteks, khususnya operculum frontal insula anterior. Ada beberapa

persilangan serabut di saluran tegmental sentral dan sinapsis berikutnya di nukleus posteromedial ventral talamus (Spence, 2022).

Sel-sel pengecap mengandung berbagai reseptor yang berbeda, memungkinkan intensitas stimulasi yang berbeda. Kombinasi sinyal dari lima kualitas dasar yang berbeda dan berbagai tingkat intensitas menciptakan palet rasa yang luas. Proses ini dimodulasi oleh masukan sensorik dari saraf kranial I dan V. Penciuman adalah bagian penting dari pengecap, membuka velum tanpa menelan memungkinkan pengecap yang mudah menguap mencapai epitel penciuman, sehingga berkontribusi pada persepsi rasa. Juga didokumentasikan dengan baik bahwa hilangnya fungsi penciuman membatasi rasa. Chemesthesis menggambarkan sensasi menyengat, panas, dingin, atau kesemutan dan dibawa oleh serat dari saraf kranial V, IX, dan X. Ada beberapa perdebatan tentang jalur mana yang paling penting secara klinis. Namun, sebagian besar studi gustatory memeriksa dua pertiga anterior lidah, yang disuplai oleh cabang chorda tympani dari saraf wajah (VII). Studi juga menunjukkan bahwa serat trigeminal somatosensori beranastomosis dengan serat pengecap wajah secara perifer (Payne, Kronenbuerger and Wong, 2023).

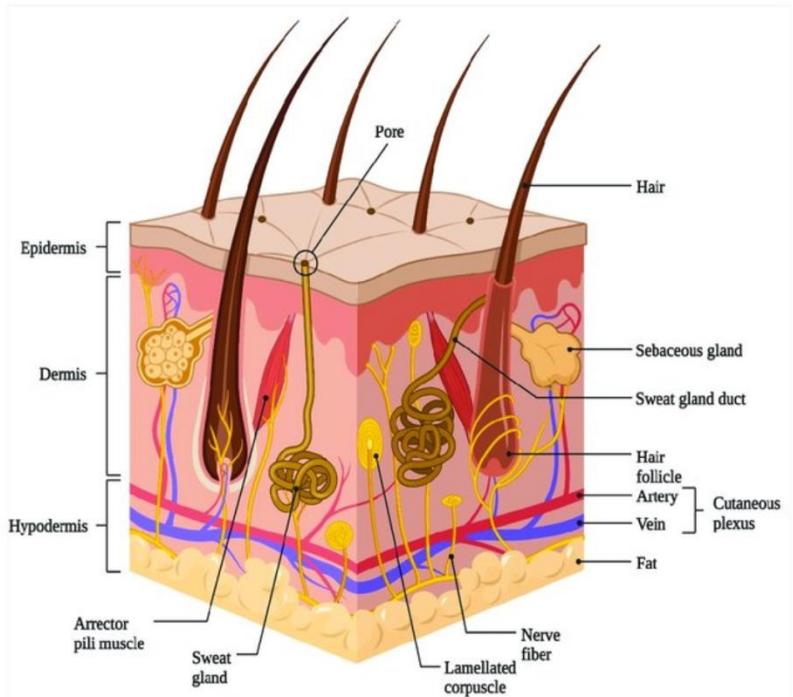
10.6 Organ Kulit

Kulit adalah organ vital yang menutupi seluruh bagian luar tubuh, membentuk pelindung terhadap patogen dan cedera dari lingkungan. Kulit adalah organ terbesar tubuh; menutupi seluruh bagian luar tubuh, serta melindungi tubuh dari panas, cahaya, cedera, dan infeksi. Kulit juga membantu mengatur suhu tubuh, mengumpulkan informasi sensorik dari lingkungan, menyimpan air, lemak, dan vitamin D, serta

berperan dalam sistem kekebalan yang melindungi kita dari penyakit.

10.6.1 Anatomi Kulit

Kulit terutama terdiri dari tiga lapisan. Lapisan atas adalah epidermis, lapisan bawah epidermis adalah dermis, dan lapisan ketiga dan terdalam adalah jaringan subkutan. Epidermis merupakan lapisan kulit terluar, memberikan penghalang kedap air dan berkontribusi pada warna kulit. Dermis ditemukan di bawah epidermis, mengandung jaringan ikat, folikel rambut, pembuluh darah, pembuluh limfatik, dan kelenjar keringat. Jaringan subkutan yang lebih dalam (hipodermis) terbuat dari lemak dan jaringan ikat. Epidermis dibagi lagi menjadi lima lapisan pada kulit tebal seperti telapak tangan dan telapak kaki (stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum, dan stratum korneum, sedangkan di tempat lain, epidermis hanya memiliki empat lapisan, tanpa stratum lucidum) (Lopez-Ojeda *et al.*, 2022).



Gambar 10.5. Anatomi Kulit

(Sumber : (Kolimi *et al.*, 2022))

Kulit sangat vaskularisasi dan disuplai oleh pleksus yang ditemukan antara lapisan retikuler dan papiler dari dermis. Pasokan darah berasal dari jaringan luas pembuluh darah dan kapiler yang lebih besar yang memanjang dari cabang regional sirkulasi sistemik ke situs lokal di seluruh jaringan subkutan dan dermis (Someya and Amagai, 2019). Beberapa reseptor kulit memainkan peran khusus dalam kemampuan kita untuk secara fisik merasakan perubahan di lingkungan eksternal. Reseptor Meissner mendeteksi sentuhan ringan. Sel darah Pacini merasakan tekanan yang dalam dan perubahan getaran. Ujung Ruffini mendeteksi tekanan yang dalam dan peregangan serat kolagen kulit. Ujung saraf bebas yang terletak di epidermis merespons rasa sakit, sentuhan ringan, dan variasi suhu. Reseptor Merkel

yang terkait dengan sel Merkel merespons induksi sentuhan ringan yang berkelanjutan pada kulit. Dermatom adalah area kulit yang terutama disuplai oleh satu saraf tulang belakang. Delapan saraf serviks berkontribusi pada dermatom (kecuali C1), 12 saraf toraks, lima saraf lumbar, dan lima saraf sakral. Masing-masing saraf ini menyampaikan sensasi (termasuk nyeri) dari bagian kulit tertentu ke otak (Vilas Boas, Cerroni and Requena, 2021).

10.6.2 Fisiologi Kulit

Kulit adalah organ pelindung terbesar dan utama tubuh, menutupi seluruh permukaan luarnya dan berfungsi sebagai penghalang fisik tingkat pertama terhadap lingkungan. Fungsinya meliputi pengaturan suhu dan perlindungan terhadap sinar ultraviolet (UV), trauma, patogen, mikroorganisme, dan racun. Kulit juga berperan dalam pengawasan imunologi, persepsi sensorik, kontrol kehilangan cairan yang tidak dapat dirasakan, dan homeostasis secara umum. Kulit juga sangat adaptif dengan ketebalan yang berbeda dan fungsi khusus di bagian tubuh yang berbeda.

Fungsi kulit meliputi perlindungan terhadap mikroorganisme, dehidrasi, sinar ultraviolet, dan kerusakan mekanis; kulit adalah penghalang fisik pertama yang dimiliki tubuh manusia terhadap lingkungan luar. Sensasi nyeri, suhu, sentuhan, dan tekanan yang dalam dimulai dari kulit. Kulit memungkinkan gerakan halus tubuh. Kulit memulai proses biokimia yang terlibat dalam produksi Vitamin D, yang penting untuk penyerapan kalsium dan metabolisme tulang yang normal. Ini terjadi melalui pelepasan air, urea, dan amonia. Kulit mengeluarkan produk seperti sebum, keringat, dan feromon dan menggunakan fungsi imunologi penting dengan mengeluarkan zat bioaktif seperti sitokin. Pengembangan kekebalan terhadap patogen. Kulit

berpartisipasi dalam pengaturan termal dengan mempertahankan atau melepaskan panas dan membantu menjaga air tubuh dan keseimbangan homeostatis (Maranduca *et al.*, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Bauer, C.M. *et al.* (2017) 'Multimodal MR-imaging reveals large-scale structural and functional connectivity changes in profound early blindness', *PLOS ONE*. Edited by H. He, 12(3), p. e0173064. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173064>.
- Branigan, B. and Tadi, P. (2022) 'Physiology, Olfactory', *StatPearls* [Preprint]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542239/> (Accessed: 14 May 2023).
- Dotiwala, A.K. and Samra, N.S. (2022) 'Anatomy, Head and Neck, Tongue', *StatPearls* [Preprint]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507782/> (Accessed: 14 May 2023).
- Doyle, M.E. *et al.* (2023) 'Physiology of the tongue with emphasis on taste transduction', *Physiological reviews*, 103(2), pp. 1193–1246. Available at: https://doi.org/10.1152/PHYSREV.00012.2022/ASSET/IMAGES/LARGE/PHYSREV.00012.2022_F011.JPEG.
- Freeman, S.C., Karp, D.A. and Kahwaji, C.I. (2022) 'Physiology, Nasal', *StatPearls* [Preprint]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526086/> (Accessed: 14 May 2023).
- Garrity, J. (2022) *Structure and Function of the Eyes - Eye Disorders, MSD Manual Consumer Version*. Available at: <https://www.msdmanuals.com/home/eye-disorders/biology-of-the-eyes/structure-and-function-of-the-eyes> (Accessed: 13 May 2023).

- Hawkins, J.E. (2023) *Human Ear: Structure, Function, & Parts, Britannica*. Available at:
<https://www.britannica.com/science/ear> (Accessed: 14 May 2023).
- Khalsa, S.S. and Lapidus, R.C. (2016) 'Can interoception improve the pragmatic search for biomarkers in psychiatry?', *Frontiers in Psychiatry*, 7(JUL), p. 121. Available at:
<https://doi.org/10.3389/FPSYT.2016.00121/BIBTEX>.
- Kolimi, P. *et al.* (2022) 'Innovative Treatment Strategies to Accelerate Wound Healing: Trajectory and Recent Advancements', *Cells*, 11(15), p. 2439. Available at:
<https://doi.org/10.3390/cells11152439>.
- Lopez-Ojeda, W. *et al.* (2022) 'Anatomy, Skin (Integument)', *StatPearls* [Preprint]. Available at:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441980/> (Accessed: 14 May 2023).
- Maranduca, M. *et al.* (2019) 'Synthesis and Physiological Implications of Melanic Pigments', *Oncology Letters*, 17(5), pp. 4183–4187. Available at:
<https://doi.org/10.3892/ol.2019.10071>.
- Nava, A.S.L. de and Lasrado, S. (2022) 'Physiology, Ear', *StatPearls* [Preprint]. Available at:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540992/> (Accessed: 14 May 2023).
- Patel, R.M. and Pinto, J.M. (2014) 'Olfaction: Anatomy, physiology, and disease', *Clinical Anatomy*, 27(1), pp. 54–60. Available at:
<https://doi.org/10.1002/ca.22338>.

- Payne, T., Kronenbuerger, M. and Wong, G. (2023) *Gustatory Testing*, *PubMed*. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33620811/> (Accessed: 14 May 2023).
- Petruzzello, M. (2012) *Nose: Description, Functions, & Facts*, *Britannica*. Available at: <https://www.britannica.com/science/nose> (Accessed: 13 May 2023).
- Privitera, A.J. (2020) *Sensation and Perception*. Available at: <https://nobaproject.com/modules/sensation-and-perception> (Accessed: 30 April 2023).
- Purves, D. *et al.* (2001) *Anatomy of the Eye*. Sinauer Associates. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11120/> (Accessed: 13 May 2023).
- Rizk, S. (2023) *Anatomy of the Nose: Internal and External Nasal Structure*. Available at: <https://www.rhinoplasty-pedia.com/rhinoplasty-the-basics/anatomy-of-the-nose/> (Accessed: 14 May 2023).
- Someya, T. and Amagai, M. (2019) 'Toward a New Generation of Smart Skins', *Nature Biotechnology*, 37(4), pp. 382–388. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0079-1>.
- Spence, C. (2022) 'The tongue map and the spatial modulation of taste perception', *Current Research in Food Science*, 5, pp. 598–610. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.02.004>.
- Vilas Boas, P., Cerroni, L. and Requena, L. (2021) 'Intravascular Cutaneous Disorders. A Clinicopathologic Review', *The American Journal of Dermatopathology*, 43(2), pp. 119–136. Available at: <https://doi.org/10.1097/DAD.0000000000001706>.

- Witt, M. (2019) 'Anatomy and Development of The Human Taste System', in *Handbook of clinical neurology*. Handb Clin Neurol, pp. 147–171. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63855-7.00010-1>.
- Yiallourous, M. (2016) *Anatomy and Function of The Eye*. Available at: https://www.gpoh.de/kinderkrebsinfo/content/diseases/solid_tumours/pohretino_patinfo120120611/the_eye/index_eng.html (Accessed: 13 May 2023).

BIODATA PENULIS



Muliana GH, S.Pd., M.Pd.

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas FMIPA UNM

Muliana GH S. Pd., M. Pd, lahir di Ujung Pandang, 6 Oktober 1991. Pernah belajar di Jurusan Biologi program studi pendidikan biologi di UNM, lulus tahun 2013. Setahun kemudian melanjutkan studi magister pendidikan biologi di universitas yang sama dan lulus tahun 2016. Sehari-hari aktif bekerja sebagai dosen tetap di UNM, sebagai ibu rumah tangga, juga aktif melakukan penelitian-penelitian dan menulis. Tulisan penulis dalam bentuk buku yang telah terbit tahun 2022 yaitu buku “Tentang Kaktus”, “Tentang Aglaonema”, BC “Kewirausahaan Biologi” juga BC “Anatomi Tumbuhan”.

BIODATA PENULIS



Ns. Agung Setiyadi, S.Kep., M.S.N., M.M.

Dosen Program Studi Keperawatan

Fakultas Keperawatan & Kebidanan Universitas Binawan

Penulis lahir di Pasuruan tanggal 17 Maret 1985. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Keperawatan Fakultas Keperawatan & Kebidanan Universitas Binawan. Dalam kesehariannya beliau mengajar mata kuliah Keperawatan Dewasa serta Kepemimpinan & Manajemen dalam Keperawatan. Sebelum menjadi dosen penulis bekerja sebagai perawat selama 10 tahun di ruang rawat bedah umum dan urologi di Rumah Sakit Sabah Kuwait. Beliau menyelesaikan Pendidikan D3 Keperawatan di Politeknik Kesehatan Malang. Setelah itu melanjutkan S1 Keperawatan dan Profesi Ners di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Binawan. Saat bekerja sebagai perawat di luar negeri penulis melanjutkan S2 Keperawatan (Master of Science in Nursing) dan beliau juga melanjutkan S2 Manajemen Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan di Universitas Sahid Jakarta.

BIODATA PENULIS



Halisah Suriani

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Gunung Leuser Aceh

Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara dan lahir di Pematangsiantar pada tanggal 3 Januari 1989. Orang tuanya adalah Hasan Kamakaula dan Rayani, keduanya telah meninggal dunia. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di R.A. SD Swasta Kartini Tebing Tinggi, melanjutkan ke SMP Negeri 2 Tebing Tinggi, dan tamat ke SMA Negeri 2 Tebing Tinggi. Kemudian melanjutkan studi S1 dengan mendaftar di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Bengkulu, dan menyelesaikan S2 Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Medan.

Pengalaman organisasi yang diikuti adalah menjadi pengurus di Himpunan Mahasiswa Jurusan Biologi, Lembaga Dakwah Kampus (LDK), Kesatuan Aksi Mahasiswa Muslim Indonesia (KAMMI), Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM), dan Pengurus Persaudaraan Muslimah (SALIMAH).

Pengalaman kerja sebagai guru IPA di SMPS IT Darul Azhar Kutacane, Ma'had AL-Qur'an di-Tartil Bengkulu, SD IT Rabbani Bengkulu, dan SD IT Al-Khansa Kutacane. Sejak tahun 2010, penulis menjadi pengajar di STKIP Gunung Leuser Kutacane dan mulai 2015 hingga saat ini, penulis juga menjabat sebagai dosen tetap pada program studi pendidikan biologi FKIP Universitas Gunung Leuser Aceh.

Penulis dikaruniai satu anak perempuan bernama Qonita Muslimah Al-Hannan. Penulis masih aktif dalam Mengajar, mempublikasikan hasil penelitian di jurnal ilmiah bidang Biologi baik pendidikan maupun non pendidikan, dan penulis juga aktif dalam menulis buku sebagai sebuah proses pengembangan diri dan amal ibadah dunia dan akhirat. Beberapa buku yang telah dirilis diantaranya Profesi Kependidikan (2022), Anatomi Tumbuhan (2022), Ilmu Pendidikan (2022), Belajar dan Pembelajaran (2023). Email: halisahsuriani@yahoo.com

BIODATA PENULIS



Rosnancy Renolita Sinaga, MSN

Dosen Keperawatan

Akademi Keperawatan Surya Nusantara

Penulis lahir di Sumatera Utara 10 Desember 1976. Saat ini mengajar di Akademi Keperawatan Surya Nusantara, Pematangsiantar, Sumatera Utara, mempunyai area pengajaran di medikal bedah, patofisiologi, gizi dan diet dan etika keperawatan. Menamatkan pendidikan sarjana keperawatan dari Universitas Advent Indonesia, Bandung dan menamatkan pendidikan magister keperawatan dari Adventist University of the Philippines. Saat ini sedang menyelesaikan program doktor keperawatan di Manila, Filipina.

Penulis aktif dalam kegiatan profesi keperawatan dan telah mempunyai publikasi di jurnal terindeks Scopus dan Sinta 1, juga beberapa artikel di jurnal nasional ber ISSN. Penulis telah mempunyai karya dalam beberapa buku. Penulis berusaha untuk meningkatkan kompetensi sebagai tenaga pengajar yang diharapkan mampu menciptakan generasi perawat yang profesional pada layanan kesehatan.

BIODATA PENULIS

Dr. Sapti Puspitarini, S.Si., M.Si

Dosen Jurusan Pendidikan IPA Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya

Sapti Puspitarini, Lahir di Kulon Progo, 1 Maret 1995. Pendidikan dasar ditempuh di SDN Bekelan, Lendah, Kulon Progo / SDN Kalipang 01, Sutojayan Blitar (lulus tahun 2006). Pendidikan menengah pertama di SMPN 01 Sutojayan (Lulus tahun 2009). Pendidikan menengah akhir di SMAN 01 Sutojayan (lulus tahun 2012). Pendidikan tinggi ditempuh di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya (UB), Program S1 lulus pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan Program S2-S3 melalui program beasiswa PMDSU pada tahun 2017 dengan minat Bioteknologi. Penulis telah memiliki beberapa artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal internasional berindeks scopus.

BIODATA PENULIS



Hida Arliani Nur Anisa, M.Si.

Dosen Program Studi Biologi
Jurusan Sains Institut Teknologi Sumatera

Hida Arliani Nur Anisa yang akrab disapa Hida, lahir di Bandung pada 25 Desember 1987. Penulis menyelesaikan profram Sarjana dan Magister di Institut Teknologi Bandung dan saat ini sedang merampungkan program Doktor Biologi di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Saat ini beraktivitas sebagai salah satu dosen Jurusan Sains di Institut Teknologi Sumatera (ITERA) Lampung. Bidang keilmuan yang ditekuni diantaranya biologi dan bioteknologi umum, bioteknologi tanaman, fisiologi tumbuhan, genetika molekuler, metabolit sekunder tanaman, dan teknologi mikroenkapsulasi ekstrak tanaman.

BIODATA PENULIS



Dr. Wira Daramatasia, M.Biomed
Dosen Program Studi Pendidikan Ners
STIKES Widyagama Husada Malang

Penulis lahir pada tanggal 23 Oktober 1975 di Pasuruan. Penulis adalah seorang dokter yang telah menyelesaikan profesi dan diangkat sumpah dokter di Fakultas Kedokteran Umum Universitas Wijaya Kusuma pada tahun 2003. Saat mahasiswa, penulis menjadi asisten dosen anatomi selama 2 tahun dan aktif sebagai dosen tetap di Departemen Anatomi Fakultas Kedokteran Umum Universitas Wijaya Kusuma sejak Tahun 2003. Pada tahun 2012, penulis menyelesaikan Magister Ilmu Biomedik di Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Penulis saat ini aktif sebagai dosen profesional di STIKES Widyagama Husada Malang dan praktisi di Klinik Widya Husada, penulis juga aktif sebagai peneliti kesehatan. Sebagian penelitian yang dilakukan didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi dan internal perguruan tinggi.

BIODATA PENULIS



Ns. Dewi Rahmawati, S.Kep., M.Kep

Dosen Program Studi Ilmu Keperawatan
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Faletahan

Penulis lahir di Majalengka tanggal 13 Agustus 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Ilmu Keperawatan di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Faletahan. Menyelesaikan Pendidikan S1 pada Jurusan Ilmu Keperawatan Universitas Faletahan. Melanjutkan S2 pada Jurusan Magister Keperawatan Medikal Bedah Universitas Indonesia. Penulis aktif dalam Tridarma Perguruan Tinggi (Penelitian dan Publikasi Ilmiah dalam bidang Urologi dan Imunitas khususnya HIV/AIDS). Penulis juga menekuni bidang menulis dalam pembuatan modul, monograf dan buku bahan ajar untuk Mata Kuliah Keperawatan Medikal Bedah dan Keperawatan HIV/AIDS serta Keperawatan Paliatif.

BIODATA PENULIS



Ns. I Gede Purnawinadi, S.Kep., M.Kes.

Dosen Program Studi Ilmu Keperawatan
Fakultas Keperawatan Universitas Klabat

I Gede Purnawinadi lahir pada tanggal 1 Desember tahun 1987 di Desa torue, Kecamatan Torue, Kabupaten Parigi-Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah. Penulis merupakan lulusan dari Sekolah Menengah Umum (SMU) Advent Palu, kemudian menyelesaikan pendidikan Sarjana Keperawatan pada tahun 2010 di Universitas Klabat Airmadidi Manado. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang magister dan telah menyelesaikan pendidikan Magister Kesehatan bidang minat Epidemiologi pada tahun 2016 di Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat melalui program Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Republik Indonesia. Pendidikan Profesi Ners peneliti selesai pada tahun 2018 di Universitas Klabat. Penulis bekerja sebagai dosen tetap dan menjabat sebagai Ketua Komite Penelitian di Fakultas Keperawatan Universitas Klabat sampai saat ini. Selain aktif menjalankan tugas dalam bidang akademis, sejak tahun 2018 penulis juga aktif dalam organisasi profesi sebagai wakil

ketua bidang penelitian, sistem informasi dan komunikasi PPNI Kabupaten Minahasa Utara hingga periode tahun 2028. Penulis telah berkolaborasi secara nasional dalam menulis lebih dari sepuluh buku terkait bidang keperawatan dan kesehatan masyarakat. Penulis aktif sebagai peneliti dalam bidang keperawatan kesehatan komunitas, epidemiologi dan biostatistik. Penulis juga aktif menjadi editor dan *reviewer* di beberapa jurnal nasional maupun internasional.