

EDITOR

Dr. Lilin Rosyanti, S.Kep., Ns., M.Kes

dr. Zida Maulina Aini, M. Ked. Trop, Sp. Rad



# DASAR-DASAR ILMU BIOMEDIK STRUKTUR DAN FUNGSI

Kartini | Tedy Febriyanto | Usu Sius | Dedy Suryadi | Ghaniyyatul Khudri | Silphia Novelyn  
Frisca Ronauli Batubara | Rauza Sukma Rita | Noengki Prameswari | Kristanti Parisihni  
Frisca Angreni | Widia Sari | Fajar Susanti | Erlin Ifadah | Muhammad Iqbal  
Kurnia Maidarmi Handayani

# DASAR-DASAR ILMU BIOMEDIK STRUKTUR DAN FUNGSI

Buku Dasar-Dasar Ilmu Biomedik: Struktur dan Fungsi yang berada ditangan pembaca disusun dalam 16 Bab yaitu:

Bab 1 Dasar–Dasar Anatomi Tubuh Manusia

Bab 2 Struktur, Fungsi Sel, Jaringan, dan Sistem Tubuh Manusia

Bab 3 Prinsip-Prinsip Fisika Kesehatan : Biomekanik

Bab 4 Prinsip-Prinsip Fisika Kesehatan : Biolistrik

Bab 5 Struktur dan Fungsi Sistem Integumen

Bab 6 Struktur dan Fungsi Sistem Muskuloskeletal

Bab 7 Struktur dan Fungsi Sistem Sensori

Bab 8 Struktur dan Fungsi Sistem Endokrin

Bab 9 Struktur dan Fungsi Sistem Kardiovaskuler

Bab 10 Fungsi Sistem Limfatik serta Kekebalan Tubuh

Bab 11 Struktur dan Fungsi Sistem Pernapasan

Bab 12 Struktur dan Fungsi Sistem Pencernaan

Bab 13 Struktur dan Fungsi Sistem Perkemihan

Bab 14 Struktur dan Fungsi Sistem Persarafan

Bab 15 Struktur dan Fungsi Sistem Reproduksi

Bab 16 Metabolisme dan Pengaturan Suhu Tubuh

# DASAR-DASAR ILMU BIOMEDIK STRUKTUR DAN FUNGSI

Dr. Kartini, S.SiT., M.Kes.  
Tedy Febriyanto, SST., M.Bmd.  
Ns. Usu Sius, S.Kep., M.Biomed.  
Dr. Dedy Suryadi, S.T., M.T.  
dr. Ghaniyyatul Khudri, M.Biomed.  
dr. Silphia Novelyn, M.Biomed.  
dr. Frisca Ronauli Batubara, M.Biomed.  
dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D.  
Prof. Dr. Noengki Prameswari, drg., M.Kes.  
Dr. Kristanti Parisihni, drg., M.Kes.  
dr. Frisca Angreni, M.Biomed.  
dr. Widia Sari, M.Biomed.  
Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.Kom.  
Ns. Erlin Ifadah., M.Kep., Sp.Kep.M.B.  
dr. Muhammad Iqbal  
dr. Kurnia Maidarmi Handayani, M.Biomed.



**eureka**  
**media aksara**

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

## **DASAR-DASAR ILMU BIOMEDIK STRUKTUR DAN FUNGSI**

**Penulis** : Dr. Kartini, S.SiT., M.Kes.; Tedy Febriyanto, SST., M.Bmd.; Ns. Usu Sius, S.Kep., M.Biomed.; Dr. Dedy Suryadi, S.T., M.T.; dr. Ghaniyyatul Khudri, M.Biomed.; dr. Silphia Novelyn, M.Biomed.; dr. Frisca Ronauli Batubara, M.Biomed.; dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D.; Prof. Dr. Noengki Prameswari, drg., M.Kes.; Dr. Kristanti Parisihni, drg., M.Kes.; dr. Frisca Angreni, M.Biomed.; dr. Widia Sari, M.Biomed.; Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.Kom.; Ns. Erlin Ifadah., M.Kep., Sp.Kep.M.B.; dr. Muhammad Iqbal; dr. Kurnia Maidarmi Handayani, M.Biomed.

**Editor** : Dr. Lilin Rosyanti, S.Kep., Ns., M.Kes.  
dr. Zida Maulina Aini, M. Ked. Trop., Sp. Rad.

**Desain Sampul** : Ardyan Arya Hayuwaskita

**Tata Letak** : Husnun Nur Afifah

**ISBN** : 978-623-120-484-4

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, MARET 2024**  
**ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH**  
**NO. 225/JTE/2021**

### **Redaksi:**

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari  
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2024

### **All right reserved**

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Kuasa atas limpahan nikmat yang telah diberikan sehingga berhasil menyelesaikan buku berjudul Dasar-Dasar Ilmu Biomedik: Struktur Dan Fungsi tanpa kendala yang bermakna. Buku ini disusun dengan harapan dapat membantu mahasiswa, dosen dan masyarakat dalam dalam mencari referensi terkait dasar-dasar ilmu biomedik.

Buku Dasar-Dasar Ilmu Biomedik: Struktur dan Fungsi yang berada ditangan pembaca disusun dalam 16 Bab yaitu:

- Bab 1 Dasar-Dasar Anatomi Tubuh Manusia
- Bab 2 Struktur, Fungsi Sel, Jaringan, dan Sistem Tubuh Manusia
- Bab 3 Prinsip-Prinsip Fisika Kesehatan : Biomekanik
- Bab 4 Prinsip-Prinsip Fisika Kesehatan : Biolistrik
- Bab 5 Struktur dan Fungsi Sistem Integumen
- Bab 6 Struktur dan Fungsi Sistem Muskuloskeletal
- Bab 7 Struktur dan Fungsi Sistem Sensori
- Bab 8 Struktur dan Fungsi Sistem Endokrin
- Bab 9 Struktur dan Fungsi Sistem Kardiovaskuler
- Bab 10 Fungsi Sistem Limfatik Serta Kekebalan Tubuh
- Bab 11 Struktur dan Fungsi Sistem Pernapasan
- Bab 12 Struktur dan Fungsi Sistem Pencernaan
- Bab 13 Struktur dan Fungsi Sistem Perkemihan
- Bab 14 Struktur dan Fungsi Sistem Persarafan
- Bab 15 Struktur dan Fungsi Sistem Reproduksi
- Bab 16 Metabolisme dan Pengaturan Suhu Tubuh

Buku ini disusun bukan sebagai karya yang sempurna, selalu ada kekurangan yang mungkin tidak disengaja atau karena perkembangan ilmu pengetahuan yang belum penulis ketahui. Oleh karena itu masukan dan saran yang membangun sangat diharapkan dengan senang hati demi kesempurnaan buku ini.

Akhirnya penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah

mempercepat, mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini.  
Semoga buku ini dapat bermanfaat dan selamat membaca

Kendari, 17 Februari 2024

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 DASAR-DASAR ANATOMI TUBUH MANUSIA</b> .....	<b>1</b>
A. Pendahuluan .....	1
B. Subdivisi Ilmu Anatomi .....	1
C. Terminologi Anatomi .....	2
D. Organisasi Tubuh Manusia .....	10
E. Pengenalan Sistem Organ Tubuh Manusia .....	13
F. Istilah-Istilah dalam Anatomi Tubuh Manusia .....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	17
<b>BAB 2 STRUKTUR, FUNGSI SEL, JARINGAN, DAN SISTEM TUBUH MANUSIA</b> .....	<b>18</b>
A. Struktur dan Fungsi Sel .....	18
B. Jaringan.....	26
C. Organ .....	29
D. Sistem Tubuh Manusia .....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	32
<b>BAB 3 BIOMEKANIKA</b> .....	<b>33</b>
A. Pendahuluan .....	33
B. Konsep dalam Biomekanika .....	34
C. Biomekanika Kerja Tubuh.....	36
D. Hukum Dasar dalam Biomekanika.....	38
E. Aspek Biomekanika .....	40
F. Aplikasi Biomekanika dalam Kesehatan.....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	51
<b>BAB 4 PRINSIP-PRINSIP FISIKA KESEHATAN:</b>	
<b>BIOLISTRIK</b> .....	<b>52</b>
A. Pendahuluan .....	52
B. Sifat Listrik Tubuh Manusia .....	53
C. Listrik di dalam Tubuh.....	57
D. Sinyal Listrik dari Otot .....	63
E. Potensi Listrik di Jantung.....	66

	F. Perangkat Biomedis .....	71
	DAFTAR PUSTAKA.....	78
<b>BAB 5</b>	<b>STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM INTEGUMEN .....</b>	<b>79</b>
	A. Pengenalan Sistem Integumen .....	79
	B. Embriologi Sistem Integumen.....	79
	C. Struktur Sistem Integumen.....	82
	D. Jenis-Jenis Kulit .....	88
	E. Fungsi Sistem Integumen.....	91
	F. Histofisiologi dan Histodinamika Kulit dan Adneksa.....	93
	DAFTAR PUSTAKA.....	97
<b>BAB 6</b>	<b>STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM MUSKULOSKELETAL.....</b>	<b>98</b>
	A. Pendahuluan.....	98
	B. Struktur Sistem Muskuloskeletal.....	98
	C. Fungsi Sistem Muskuloskeletal.....	106
	DAFTAR PUSTAKA .....	110
<b>BAB 7</b>	<b>STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM SENSORI .....</b>	<b>111</b>
	A. Pendahuluan.....	111
	B. Sistem Saraf Sensoris .....	114
	C. Jenis-jenis Reseptor Sensorik .....	115
	D. Jenis Reseptor Berdasarkan Kecepatan Adaptasi .....	117
	DAFTAR PUSTAKA.....	121
<b>BAB 8</b>	<b>STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM ENDOKRIN .....</b>	<b>122</b>
	A. Pendahuluan.....	122
	B. Struktur Sistem Endokrin .....	123
	C. Fungsi Sistem Endokrin .....	130
	D. Kesimpulan .....	141
	DAFTAR PUSTAKA.....	142
<b>BAB 9</b>	<b>SISTEM KARDIOVASKULER.....</b>	<b>147</b>
	A. Pendahuluan.....	147
	B. Struktur Anatomi Jantung .....	147
	C. Kerja Jantung sebagai Pompa.....	151
	D. Sifat Otot Jantung.....	153
	E. Cara Kerja Jantung.....	154
	F. Siklus Jantung.....	156
	G. Tekanan Darah .....	157

DAFTAR PUSTAKA .....	161
<b>BAB 10 FUNGSI SISTEM LIMFATIK SERTA KEKEBALAN</b>	
<b>TUBUH.....</b>	<b>162</b>
A. Sistem Limfatik .....	162
B. Fungsi Sistem Limfatik .....	163
C. Struktur Sistem Limfatik .....	164
D. Organ dan Jaringan Limfatik : Peran pada Kekebalan Tubuh .....	167
E. Sirkulasi Limfosit pada Sistem Imun.....	174
DAFTAR PUSTAKA .....	176
<b>BAB 11 STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM PERNAPASAN .177</b>	
A. Pendahuluan .....	177
B. Struktur Sistem Pernapasan.....	178
C. Fungsi Sistem Pernapasan.....	194
DAFTAR PUSTAKA .....	197
<b>BAB 12 STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM PENCERNAAN 198</b>	
A. Pendahuluan .....	198
B. Struktur Sistem Pencernaan.....	199
C. Fungsi Mulut dalam Sistem Pencernaan.....	207
D. Fungsi Faring dan Esofagus dalam Sistem Pencernaan .....	208
E. Fungsi Lambung dalam Sistem Pencernaan.....	210
F. Fungsi Pankreas dalam Sistem Pencernaan.....	212
G. Fungsi Hati dalam Sistem Pencernaan .....	212
H. Fungsi Usus Halus dalam Pencernaan.....	213
I. Fungsi Usus Besar dalam Pencernaan.....	216
DAFTAR PUSTAKA .....	219
<b>BAB 13 STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM PERKEMIHAN .221</b>	
A. Pendahuluan .....	221
B. Sistem Perkemihan.....	221
C. Anatomi Ginjal.....	224
DAFTAR PUSTAKA.....	240
<b>BAB 14 STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM PERSARAFAN..241</b>	
A. Pengertian.....	241
B. Struktur Sel Saraf.....	242
C. Jenis Sel Saraf Berdasarkan Fungsi .....	244
D. Susunan Saraf Manusia .....	244

DAFTAR PUSTAKA.....	255
<b>BAB 15 STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM REPRODUKSI..</b>	<b>256</b>
A. Payudara .....	256
B. External Genitalia Wanita .....	259
C. Genitalia Internal Wanita.....	264
DAFTAR PUSTAKA .....	278
<b>BAB 16 METABOLISME DAN PENGATURAN SUHU</b>	
<b>TUBUH .....</b>	<b>279</b>
A. Pendahuluan.....	279
B. Metabolisme Karbohidrat .....	280
C. Metabolisme Protein.....	283
D. Metabolisme Lemak.....	286
E. Laju Metabolisme .....	289
F. Pengaturan Suhu Tubuh .....	290
DAFTAR PUSTAKA.....	295
<b>TENTANG PENULIS.....</b>	<b>297</b>

# BAB 6

## STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM MUSKULOSKELETAL

dr. Silphia Novelyn, M.Biomed.

### A. Pendahuluan

Tubuh manusia tersusun dari berbagai sistem yang kompleks dan saling berkaitan satu sama lain. Sistem muskuloskeletal bila dilihat dari namanya sudah bisa dimengerti bahwa sistem ini terdiri dari susunan muskulus yaitu otot, dan susunan skelet yaitu tulang atau rangka. Sistem ini berkaitan erat dengan sistem saraf sebagai pusat kendali. Baik gerakan maupun postur tubuh yang dilakukan oleh sistem muskuloskeletal tidak pernah lepas dari kaitannya dengan sistem saraf.

Sistem muskuloskeletal terdiri dari bagian yang aktif yaitu otot dan juga tendon, serta bagian yang pasif yaitu tulang, tulang rawan dan sendi. Bab ini akan menjelaskan mengenai struktur dan fungsi dari sistem muskuloskeletal.

### B. Struktur Sistem Muskuloskeletal

Untuk memahami struktur dari sistem muskuloskeletal, maka akan dibahas masing-masing bagian dari sistem muskuloskeletal.

#### 1. Struktur Tulang

Tulang termasuk ke dalam jaringan ikat. Seperti jaringan ikat lain, tulang terdiri dari sel-sel yang dipisahkan oleh matriks ekstraseluler. Tetapi berbeda dari jaringan ikat lain, tulang mempunyai komponen organik dan anorganik. Yang termasuk dalam komponen organik tulang adalah sel,

serat, dan substansi dasar. Yang termasuk sebagai komponen anorganik tulang adalah garam mineral yang masuk ke dalam matriks tulang dan membuat tulang menjadi keras. Walaupun struktur tulang keras, tetapi tulang mengandung sedikit cairan jaringan, jumlahnya lebih kecil bila dibandingkan dengan jaringan ikat lain.

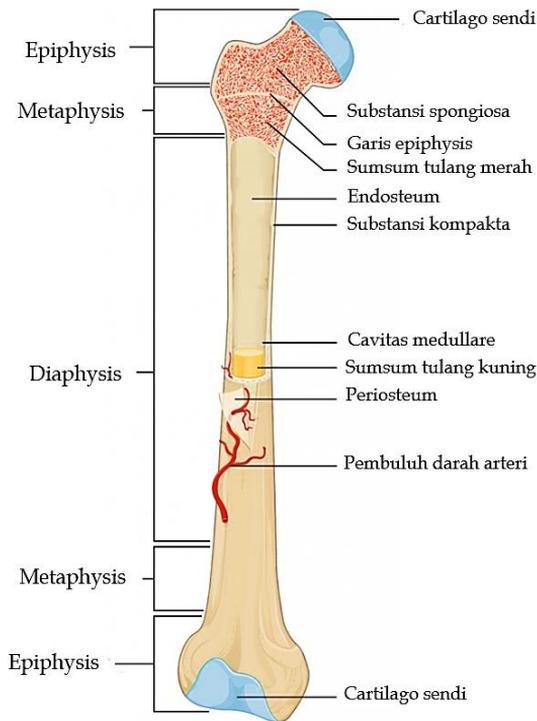
Komponen organik dari jaringan tulang menyusun sekitar 35% dari massa jaringan. Zat organik ini, terutama kolagen, memberikan tulang fleksibilitas dan kekuatan tarik yang memungkinkan tulang untuk menahan peregangan dan perputaran. Selebihnya, yaitu 65% dari massa jaringan, terdiri dari garam mineral terutama kalsium fosfat, yang berbentuk kristal-kristal kecil dan tersebar baik di dalam maupun di sekitar serat-serat kolagen di dalam matriks ekstraseluler. Hal ini menyebabkan struktur tulang keras dan mampu menahan tekanan.

Pada jaringan tulang, terdapat tiga jenis sel yang memelihara jaringan tulang, yaitu sel osteogenik, osteoblas, dan osteosit. Sel osteogenik merupakan sel induk yang nantinya akan berdiferensiasi menjadi osteoblas. Osteoblas disebut sebagai sel pembentuk tulang, merupakan sel yang secara aktif akan memproduksi dan mengeluarkan komponen organik matriks tulang. Matriks tulang yang disekresikan oleh osteoblas disebut sebagai osteoid. Garam kalsium anorganik akan mengkristal di dalam osteoid, pengkristalan ini membutuhkan waktu seminggu. Kemudian, setelah osteoblast dikelilingi oleh matriks tulang dan tidak lagi memproduksi osteoid baru, maka osteoblas ini akan disebut sebagai osteosit. Osteosit mengatur regulasi penyimpanan mineral dan reaksi kimiawi dalam matriks tulang; dapat dikatakan bahwa osteosit berfungsi untuk mempertahankan kelangsungan dan kevitatan dari matriks tulang. Jika dalam keadaan dimana osteosit rusak atau mati, maka matriks tulang akan mati dan diserap kembali.

Berdasarkan bentuknya, tulang dapat dikelompokkan menjadi:

**a. Tulang panjang**

Termasuk ke dalam tulang panjang adalah tulang-tulang pada anggota gerak atas dan anggota gerak bawah. Struktur tulang panjang terdiri dari epiphysis (epifisis), metaphysis dan diaphysis (diafisis), substansi kompakta dan substansi spongiosa.



**Gambar 6. 1. Struktur Tulang Panjang**

Epifisis merupakan bagian yang terdapat di kedua ujung tulang panjang, di bagian ujungnya terdapat kartilago atau tulang rawan. Garis epifisis merupakan zona pertumbuhan yang dapat dilihat di akhir masa pertumbuhan. Metafisis merupakan bagian yang terdapat di antara epifisis dan diafisis. Diafisis merupakan bagian utama atau batang dari tulang panjang, tersusun dari

substansi kompakta atau lapisan yang padat, berbentuk seperti pipa karena bagian tengahnya berongga, yang disebut sebagai *cavitas medullaris* atau rongga sumsum tulang, berisi sumsum tulang dan juga lemak. Rongga sumsum tulang membentang di antara kedua epifisis yang merupakan substansi spongiosa atau trabekula. Periosteum merupakan lapisan jaringan ikat keras, melapisi permukaan luar bagian tulang yang tidak diliputi oleh kartilago. Endosteum merupakan lapisan yang melapisi dan membatasi rongga sumsum tulang.

**b. Tulang pendek**

Termasuk sebagai tulang pendek adalah tulang pergelangan tangan (*ossa carpalia*) dan tulang pergelangan kaki (*ossa tarsalia*). Struktur tulang ini berbeda dari tulang panjang, dimana tulang ini tidak memiliki rongga sumsum tulang dan bagian tengahnya berbentuk spongiosa.

**c. Tulang pipih**

Tulang belikat (*os scapula*), tulang dada (*os sternum*) dan tulang-tulang tengkorak (*ossa calvaria*) merupakan contoh tulang pipih. Struktur tulang ini terdiri dari dua lapisan (*lamella*) padat dengan bagian diantara keduanya terdapat bagian spongiosa.

**d. Tulang tak beraturan (*irregular*)**

Yang dimaksud dengan tulang tak beraturan adalah tulang yang tidak bisa dimasukkan ke dalam kategori tulang-tulang sebelumnya. Contoh tulang ini adalah tulang-tulang belakang (*ossa vertebrae*).

**e. Tulang sesamoidea**

Tulang sesamoidea merupakan tulang yang letaknya berada di dalam tendo. Contoh tulang ini adalah tulang lutut (*os patella*) dan tulang pisiform yang sebenarnya termasuk dalam kelompok tulang pergelangan tangan.

## 2. Struktur Tulang Rawan

Tulang rawan (kartilago) tersusun atas sel tulang rawan (kondrosit) dan matriks ekstraselular, dengan bagian terpenting yaitu proteoglikan dan serabut kolagen. Konsistensi tulang rawan kuat, bentuknya dapat berubah pada tekanan tertentu dan setelah tekanan dihilangkan maka bentuk tulang rawan dapat kembali seperti semula. Oleh sebab itu tulang rawan disebutkan memiliki elastisitas yang tinggi terhadap tekanan.

Terdapat tiga tipe tulang rawan berdasarkan materi yang membentuknya:

### a. Tulang rawan hialin

Tulang rawan ini merupakan yang terbanyak di tubuh manusia. Terdapat pada tulang rawan sendi, ujung dan cuping hidung, saluran napas, sekat rongga hidung, trachea, laryng, bronkus, pada sambungan antara tulang rusuk (costae) dengan tulang dada. Tulang rawan hialin tersusun atas sel-sel tulang rawan berkelompok yang disebut sebagai kondron dan matriks ekstraselular.

### b. Tulang rawan elastis

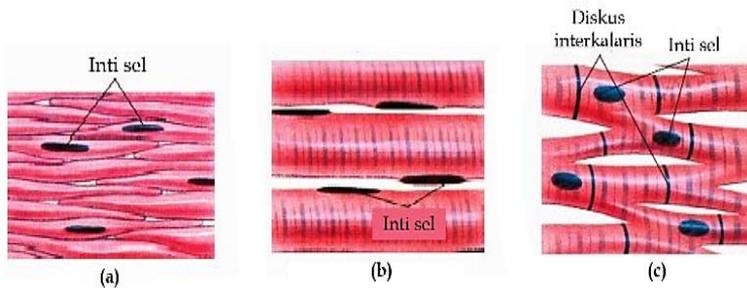
Struktur tulang rawan elastis mirip seperti tulang rawan hialin, tetapi terdapat tambahan banyak serabut elastin di dalam matriks ekstraselularnya dan sel tulang rawannya lebih kecil. Contoh tulang rawan elastis adalah pada daun telinga, pada saluran liang telinga luar, dan epiglottis.

### c. Fibrokartilago

Susunan sel tulang rawan pada fibrokartilago terpisah-pisah, tidak berkelompok. Contoh fibrokartilago adalah pada lempeng antar ruas tulang belakang (discus intervertebralis), symphysis pubis (sendi pertemuan di bagian depan antara tulang panggul kiri dan kanan), dan meniscus (tulang rawan berbentuk seperti huruf C yang terdapat di persendian lutut dan berfungsi sebagai *shock absorber*).

### 3. Struktur Otot

Otot merupakan kelompok jaringan penyusun tubuh yang terbesar, mencapai hampir setengah dari berat tubuh. Ada tiga jenis otot yang berbeda struktur dan fungsi, yaitu otot rangka, otot jantung dan otot polos. Berdasarkan karakteristiknya otot terbagi ke dalam dua kelompok, yaitu otot lurik (*striated*) dan tidak berlurik (*unstriated*), hal ini didasarkan pada ada atau tidaknya pita protein terang dan gelap yang membentuk garis-garis saat otot dilihat di bawah mikroskop cahaya. Selain itu, otot juga dapat dibagi menjadi otot volunter (otot rangka) ataupun involunter (otot jantung dan otot polos). Hal ini bergantung pada apakah otot dipersarafi oleh sistem saraf somatik dan tunduk pada kendali kehendak (otot rangka) atau dipersarafi oleh sistem saraf otonom dan tidak tunduk pada kendali kehendak (otot jantung dan otot polos).



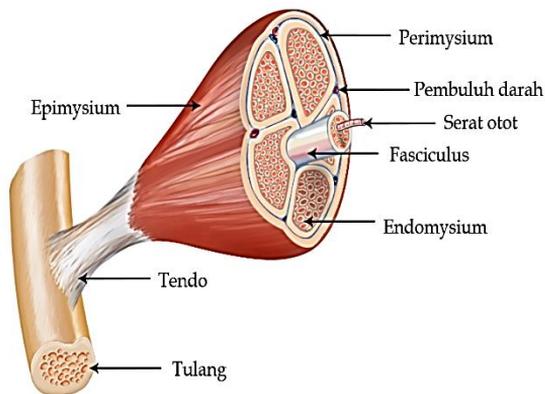
**Gambar 6. 2. Tiga Tipe Otot di Bawah Mikroskop Cahaya: Otot Polos (a), Otot Skelet (b), dan Otot Jantung (c)**

#### a. Otot Skelet

Penamaan jaringan otot skelet didasarkan karena otot ini menggerakkan tulang atau rangka. Pita protein terang dan gelap (*striasi*) bergantian akan terlihat ketika jaringan diperiksa dengan mikroskop. Aktivitas jaringan otot skelet ini dikendalikan secara sadar oleh sel-sel saraf somatik, sehingga otot skelet merupakan satu-satunya otot yang bersifat volunter. Meskipun demikian, otot skelet juga dikendalikan secara involunter sampai batasan tertentu. Contohnya adalah otot diafragma. Otot

diafragma yang termasuk otot skelet merupakan otot yang berperan dalam pernapasan, otot ini tetap akan berkontraksi dan relaksasi secara bergantian secara terus menerus tanpa perlu diperintah secara sadar sehingga proses pernapasan tetap berjalan. Begitu juga halnya dengan otot-otot yang berperan dalam mempertahankan postur tubuh.

Setiap otot terbungkus oleh lapisan jaringan ikat yang disebut epimysium (epimysium). Satu otot terdiri dari beberapa fasikulus otot, yang masing-masing diliputi oleh lapisan jaringan ikat yang disebut perimysium (perimysium). Satu fasikulus terdiri dari serat-serat otot yang terbungkus oleh lapisan yang disebut endomysium (endomysium). Serat otot disebut juga miosit. Setiap miosit mengandung banyak miofibril, yang merupakan unit kontraktile yang bertanggung jawab untuk kontraksi otot. Miofibril tersusun menjadi unit berulang yang disebut sarkomer, yang membuat otot tampak lurik. Sarkomer terdiri dari filamen protein tebal dan tipis – masing-masing miosin dan aktin – yang bergeser melewati satu sama lain selama kontraksi otot. Karena adanya aktin dan miosin inilah otot memiliki kemampuan untuk berkontraksi.



**Gambar 6. 3. Struktur Otot Skelet**

## **b. Otot Jantung**

Jaringan otot jantung termasuk sebagai otot lurik, namun aksinya tidak berdasarkan kehendak (involunter). Kontraksi dan relaksasi bergantian dari otot jantung yang membuat jantung berdenyut memompakan darah ini dikendalikan secara tidak sadar. Pengaturan denyut jantung merupakan hasil kerjasama dari beberapa hormon dan neurotransmitter, sehingga denyut jantung dapat lebih lambat atau lebih cepat, disesuaikan dengan kebutuhan tubuh. Di antara lapisan serabut otot jantung terdapat lapisan kontraktilel sel-sel jantung, merupakan lembaran-lembaran jaringan ikat yang mengandung pembuluh darah, saraf, dan sistem konduksi jantung. Serat otot jantung memiliki susunan aktin dan myosin yang sama seperti pada otot skelet, tetapi ada perbedaannya dengan otot skelet yaitu terdapat diskus interkalaris, yang merupakan penebalan melintang tidak beraturan pada sarkolema yang menghubungkan ujung serat otot jantung satu dengan serat otot jantung lainnya. Jaringan otot jantung juga mempunyai endomisium dan perimisium, namun epimisiumnya melingkupi seluruh otot jantung.

## **c. Otot Polos**

Jaringan otot polos seperti telah disebutkan sebelumnya tidak memiliki striasi pita protein seperti yang terdapat pada jaringan otot skelet dan otot jantung, sehingga di bawah mikroskop otot ini terlihat polos (tidak bercorak striasi) yang menjadi dasar penamaan otot ini. Seperti halnya otot jantung, otot polos juga bekerja secara involunter. Jaringan otot polos terdapat pada dinding struktur atau organ berongga di dalam tubuh seperti saluran pernapasan, pembuluh darah, organ - organ pencernaan di dalam rongga abdomen dan pelvis, juga di kulit, melekat pada folikel rambut. Baik otot jantung maupun otot polos diatur oleh neuron yang merupakan

bagian otonom divisi dari sistem saraf, dan juga oleh hormon yang dikeluarkan oleh kelenjar endokrin.

### **C. Fungsi Sistem Muskuloskeletal**

Sama seperti pada pembahasan struktur sistem muskuloskeletal, maka fungsi dari sistem muskuloskeletal dibahas berdasarkan jaringannya.

#### **1. Fungsi Tulang**

##### **a. Support**

Tulang merupakan kerangka keras yang menopang beban berat badan. Contohnya tulang anggota gerak bawah yang menjadi penopang batang tubuh saat berdiri, dan tulang kaki yang menjadi dasar atau alas tumpuan saat berdiri.

##### **b. Proteksi**

Otak terlindung oleh tulang tengkorak, sama halnya seperti jantung dan paru-paru yang terlindung oleh tulang-tulang rusuk, serta medulla spinalis yang terlindung di dalam tulang belakang.

##### **c. Pergerakan**

Otot skelet melekat kuat pada tulang melalui tendo, untuk kemudian otot menggerakkan tulang sebagai pengungkit untuk menggerakkan tubuh. Hasil dari Gerakan tersebut adalah manusia bisa melakukan aktivitasnya sehari-hari seperti berjalan, berlari, menggelengkan kepala, memegang dan menggenggam benda, dan lain-lain.

##### **d. Penyimpanan mineral**

Tulang juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan mineral, di antaranya yang terpenting adalah kalsium dan fosfat. Mineral yang disimpan di dalam tulang ini akan dilepaskan dan diedarkan ke seluruh bagian tubuh sesuai kebutuhannya dalam bentuk ion.

#### e. Pembentukan sel darah

Di dalam jaringan tulang terdapat sumsum tulang, yaitu sumsum tulang merah (*red bone marrow*) yang tersimpan di dalam substansi spongiosa epifisis tulang, dan berperan dalam pembentukan sel-sel darah, serta sumsum tulang kuning (*yellow bone marrow*) yang terdapat di dalam rongga medullare pada bagian diafisis, yang berfungsi dalam penyimpanan lemak.

#### f. Metabolisme energi

Osteoblas mengeluarkan hormon osteocalcin yang berpengaruh pada pengaturan kadar gula dalam darah. Hormon ini menstimulasi pankreas untuk mensekresi insulin yang berfungsi menurunkan kadar gula darah. Selain itu hormon ini juga mempengaruhi sel-sel lemak sehingga sel-sel lemak menyimpan lebih sedikit lemak dan mensekresi hormon yang meningkatkan sensitivitas sel terhadap insulin.

### 2. Fungsi Tulang Rawan

Kartilago berhubungan erat dengan tulang; banyak atau bahkan sebagian besar tulang pada awalnya terbentuk sebagai kartilago, lalu kemudian selama masa pertumbuhan prenatal dan masa kanak-kanak digantikan oleh jaringan tulang.

Fungsi tulang rawan adalah sebagai berikut:

#### a. Struktur suportif

Tulang rawan membantu dalam menopang dan turut berperan dalam pergerakan karena melapisi permukaan tulang yang saling bertemu, contohnya pada persendian. Tulang rawan juga membantu persendian mempertahankan bentuknya saat bergerak.

#### b. *Shock absorber*

Tulang rawan berfungsi sebagai bantalan bagi tulang dan persendian saat kita bergerak. Telah disebutkan sebelumnya bahwa tulang rawan selain bersifat kuat juga elastis, hal ini yang memungkinkan

tulang rawan untuk meredam benturan yang terjadi misalkan pada saat melakukan gerakan melompat ataupun berlari.

**c. Mengurangi gesekan**

Tulang rawan melapisi permukaan persendian, sehingga memungkinkan kedua permukaan tulang yang bertemu di persendian tersebut bersinggungan tanpa merusak permukaan satu sama lain, dan dapat menghasilkan gerakan yang halus.

**3. Fungsi Otot**

Secara umum, fungsi otot adalah sebagai berikut:

a. Pergerakan

Otot skelet melekat pada tulang dan kemudian menggerakkan tubuh melalui Gerakan yang dilakukannya pada tulang dengan cara berkontraksi ataupun relaksasi.

b. Mempertahankan postur tubuh

Ini juga merupakan fungsi dari otot skelet, dimana otot-otot berkontraksi dan relaksasi secara simultan untuk mempertahankan postur tubuh sesuai yang diinginkan misalnya berdiri atau duduk tegak ataupun membungkuk.

c. Stabilisasi sendi

Otot-otot skelet yang berada di sekitar sendi akan menopang dan mendukung sendi dalam setiap gerakan yang dilakukan oleh sendi, sehingga gerakan sendi tetap sesuai dengan *range of movement* yang diizinkan oleh bentuk sendi.

d. Menghasilkan panas

Kontraksi dari otot-otot akan menghasilkan panas tubuh yang berguna untuk mempertahankan suhu tubuh normal dan optimal.

e. Fungsi dari otot polos diantaranya adalah mendorong bolus makanan (pada organ pencernaan), mendukung regulasi urin (pada saluran kemih), mengatur diameter

bronkus dan bronkiolus (pada saluran pernapasan), dan menegakkan rambut tubuh (pada kulit, fungsi dari otot erector pili).

- f. Fungsi dari otot jantung tentu saja menghasilkan denyut ritmis dari jantung untuk sirkulasi darah.

Selain hal tersebut di atas, jaringan otot memiliki karakteristik yang khusus dibandingkan jaringan lain, yaitu:

- a. Kontraktilitas: otot dapat berkontraksi dengan kuat
- b. Eksitabilitas: sinyal dari sistem saraf akan menstimulasi sel-sel otot, menghasilkan impuls Listrik yang dihantarkan sepanjang plasma membran sel, yang pada akhirnya akan merangsang sel otot untuk berkontraksi.
- c. Ekstensibilitas: jaringan otot dapat diregangkan sedemikian rupa oleh kontraksi otot yang berlawanan.
- d. Elastisitas: setelah diregangkan, otot dapat kembali ke panjangnya yang semula (sifat *recoil*).

Sistem muskuloskeletal merupakan sistem yang tidak lepas dari pengaruh ataupun kerjasamanya dengan sistem lain, misalnya sistem saraf dan sistem endokrin. Sistem muskuloskeletal yang berfungsi baik akan menghasilkan kualitas hidup yang baik pula karena sistem ini sangat besar keterlibatannya dalam kemampuan melakukan kegiatan sehari-hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brant B. Hafen, Micah Shook, Bracken Burns. Anatomy, Smooth Muscle. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532857/>
- Frederic H. Martini, Judi L. Nath, Edwin F. Bartholomew (2018) *Fundamentals of Anatomy & Physiology*. 11 ed. Pearson
- Kevin Jacob, Jacob E. Hoeter (2022) *Caput Succedaneum*. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK574534/>
- Lou-Ren Chang, Geoffrey Marston, Andrew Martin. Anatomy, Cartilage. [Updated 2022 Oct 17]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532964/>
- Marieb EN, Wilhelm PB, Mallat J. Bones and skeletal tissue. In: Human anatomy. 6th ed media update. Pearson Education Inc., 2012.
- Tortora GJ, Derrickson B. Principles of anatomy & physiology. 15th ed. John Wiley & Sons Inc., 2016