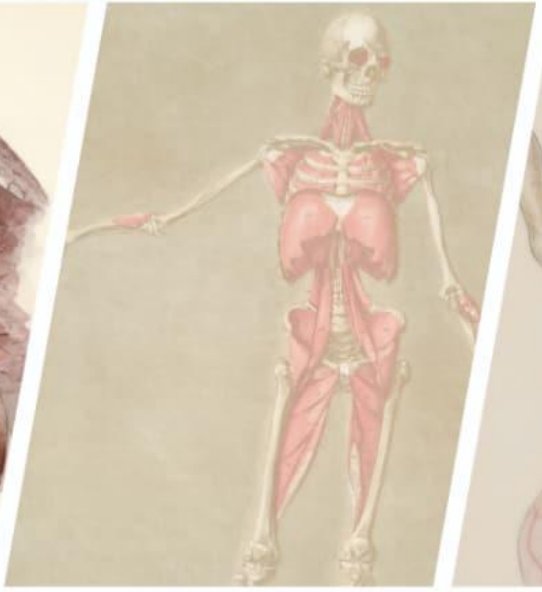
MARS

BUKU AJAR

ANATOMI DAN FISIOLOGI MANUSIA: STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM TUBUH


Penulis:
Vevi Kurniawati; Afifa Radhina; Daeng Agus Vieya Putri Bhwa; Herera Rahajeng; Anggun Lestary Husein; Rizky Vaira; Def Primal; Tifany Maulida Candra; Dhea Marliana Salsabila; Sulfiana; Kintan Resqitha Ekaputri; Ananda Prastuti Sutrisno; Yordayumike Tafuli; Nindawi; Yuyun Nailufar

Editor:
Nina Sri

BUKU AJAR
Anatomi dan Fisiologi Manusia: Struktur dan Fungsi Sistem Tubuh

Penulis:
Vevi Kurniawati; Afifa Radhina; Daeng Agus Vieya Putri Bhwa; Herera Rahajeng; Anggun Lestary Husein; Rizky Vaira; Def Primal; Tifany Maulida Candra; Dhea Marliana Salsabila; Sulfiana; Kintan Resqitha Ekaputri; Ananda Prastuti Sutrisno; Yordayumike Tafuli; Nindawi; Yuyun Nailufar

Editor:
Nina Sri

PT. Mustika Sri Rosadi

BUKU AJAR
Anatomi dan Fisiologi Manusia: Struktur dan Fungsi Sistem Tubuh

Penulis:
Vevi Kurniawati; Afifa Radhina; Daeng Agus Vieya Putri Bhwa; Herera Rahajeng; Anggun Lestary Husein; Rizky Vaira; Def Primal; Tifany Maulida Candra; Dhea Marliana Salsabila; Sulfiana; Kintan Resqitha Ekaputri; Ananda Prastuti Sutrisno; Yordayumike Tafuli; Nindawi; Yuyun Nailufar.

Editor: Nina Sri
Layout: Tim PT. Mustika Sri Rosadi
Desain Sampul: Febriansyah
ISBN: 978-634-7535-17-7 (PDF)
Cetakan Pertama: 10 November 2025

Hak Cipta 2025
Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan oleh Penerbit PT Mustika Sri Rosadi
Alamat Penerbit: Citra Indah City, Bukit Heliconia AG 23/32, Kecamatan Jonggol, Kab. Bogor.
Email: mars.mustikasrirosadi@gmail.com

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku ajar yang berjudul **Anatomi dan Fisiologi Manusia: Struktur dan Fungsi Sistem Tubuh** ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai bahan ajar bagi mahasiswa di bidang kesehatan, seperti kebidanan, keperawatan, analis kesehatan, gizi, dan profesi lainnya yang memerlukan dasar pemahaman mengenai struktur dan fungsi tubuh manusia.

Ilmu anatomi dan fisiologi merupakan landasan utama dalam memahami bagaimana tubuh manusia tersusun dan berfungsi secara harmonis. Pemahaman yang baik terhadap kedua ilmu ini akan membantu mahasiswa dalam mengaitkan antara struktur organ dan perannya dalam mempertahankan keseimbangan serta kesehatan tubuh.

Buku ajar ini disusun secara sistematis dengan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami, serta dilengkapi dengan **latihan soal pada setiap bab** untuk memperkuat pemahaman konsep. Penyusunan isi buku juga dirancang agar relevan dengan kebutuhan pembelajaran di bidang kesehatan, baik untuk mendukung teori di kelas maupun dalam penerapan praktik di lapangan.

Kami berharap buku ini dapat menjadi referensi pembelajaran yang komprehensif dan aplikatif, serta mampu membantu mahasiswa dalam memahami anatomi dan fisiologi manusia secara utuh.

Kami menyadari bahwa penyusunan buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para pembaca sangat kami harapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga buku ajar ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan mutu pendidikan di bidang kesehatan.

Bogor, 10 November 2025
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
DAFTAR ISI ..... **iii**
DAFTAR GAMBAR ..... **viii**
BAB 1 PENDAHULUAN ANATOMI DAN FISIOLOGI MANUSIA - Vevi Kurniawati **1**

- **A. Defenisi Anatomi dan Fisiologi** **1**
- **B. Ruang Lingkup Anatomi dan Fisiologi** **2**
- **C. Istilah Anatomi dan Fisiologi** **4**
- **D. Konsep Homeostatis** **10**
- **E. Latihan Soal** **17**

BAB 2. ORGANISASI TUBUH DAN KOMUNIKASI ANTAR SISTEM - Afifa Radhina **20**

- **A. Pendahuluan** **20**
- **B. Organisasi Sistem Tubuh** **21**
- **C. Komunikasi Antar Sistem** **26**
- **D. Latihan Soal** **34**

BAB 3. SEL DAN JARINGAN: PONDASI STRUKTUR TUBUH - Daeng Agus Vieya Putri Bhwa **38**

- **A. Pendahuluan** **38**
- **B. Anatomi dan Fungsi Sel** **39**
- **C. Jenis Jaringan Utama dalam Tubuh Manusia** **42**
- **D. Latihan Soal** **50**

BAB 4. SISTEM INTEGUMEN: KULIT, RAMBUT, DAN KUKU STRUKTUR, FUNGSI, DAN PERAN SISTEM

INTEGUMEN DALAM PERLINDUNGAN DAN REGULASI - Herera Rahajeng 54

A. Struktur Sistem Integumen 54
B. Peran dan Fungsi Sistem Integumen 57
C. Regulasi pada Sistem Integumen..... 60
D. Latihan Soal 62

BAB 5. SISTEM RANGKA: TULANG DAN SENDI - Anggun Lestary Husein 65

A. Pendahuluan..... 65
B. Anatomi Tulang 66
C. Fungsi Sistem Rangka 74
D. Jenis-Jenis Sendi dalam Sistem Rangka 77
E. Fisiologi Pertumbuhan Tulang 84
F. Latihan Soal 88

BAB 6. SISTEM OTOT: JENIS DAN MEKANISME KERJA - Rizky Vaira 91

A. Pendahuluan..... 91
B. Pengertian Otot 91
C. Fungsi Otot 92
D. Jenis-Jenis Otot..... 92
E. Klasifikasi Kerja Otot 98
F. Mekanisme Kerja Otot..... 99
G. Latihan Soal 101

BAB 7. SISTEM SARAF: PENGENDALIAN DAN KOORDINASI - Def Primal 105

A. Pengantar Jaringan dan Sistem Saraf 105
B. Integrasi Kerja Neuron 113
C. Sistem Saraf Pusat 117

D. Sistem Saraf Ferifer..... 121
E. Latihan Soal 125

BAB 8. SISTEM ENDOKRIN: HORMON DAN REGULASI METABOLISME - Tifany Maulida Candra 128

A. Pendahuluan..... 128
B. Kelenjar Endokrin..... 129
C. Aktivitas Hormon..... 136
D. Mekanisme Kerja Hormon dalam Tubuh 139
E. Latihan Soal 143

BAB 9. SISTEM KARDIOVASKULAR: JANTUNG DAN SIRKULASI DARAH - Dhea Marliana Salsabila 148

A. Sistem Kardiovaskular..... 148
B. Darah..... 149
C. Jantung 150
D. Pembuluh Darah 153
E. Sirkulasi Darah 156
F. Latihan Soal 158

BAB 10. SISTEM LIMFATIK DAN IMUN – Sulfiana 162

A. Pendahuluan..... 162
B. Struktur Sistem Limfatik..... 163
C. Peran Sistem Limfa dalam Imunitas dan Mempertahankan Kesehatan Tubuh 180
D. Latihan Soal 184

BAB 11. SISTEM PERNAPASAN: STRUKTUR DAN FUNGSI - Kintan Resqitha Ekaputri 188

A. Sistem Pernapasan..... 188
B. Anatomi Saluran Pernapasan 188
C. Fisiologi Sistem Pernapasan 197

D. Latihan Soal 198

BAB 12. SISTEM PENCERNAAN: PROSES DAN ORGAN PENDUKUNG - Ananda Prastuti Sutrisno 202

A. Pengantar Sistem Pencernaan..... 202
B. Struktur dan Fungsi pada Saluran Pencernaan dan Organ Aksesori Pencernaan 206
C. Mekanisme Pencernaan Makanan dan Penyerapan Nutrien..... 230
D. Gangguan Sistem Pencernaan..... 236
E. Latihan Soal 238

BAB 13. METABOLISME DAN REGULASI ENERGI - Yordayumike Tafuli 242

A. Pendahuluan..... 242
B. Proses Metabolisme Utama 243
C. Regulasi Energi..... 253
D. Hubungan Metabolisme Dengan Fisiologi Tubuh 258
E. Latihan Soal 264

BAB 14. SISTEM EKSKRESI: GINJAL DAN PENGATURAN CAIRAN TUBUH – Nindawi 268

A. Pendahuluan..... 268
B. Sitem Ekresi 270
C. Ginjal Dan Pengaturan Cairan Tubuh 272
D. Pengaturan Cairan Tubuh 300
E. Latihan Soal 308

BAB 15. SISTEM REPRODUKSI ANATOMI DAN FUNGSI REPRODUKSI MANUSIA - Yuyun Nailufar 313

A. Pendahuluan 313
B. Anatomi Sistem Organ Reproduksi Pria 314
C. Anatomi Sistem Organ Reproduksi Wanita .. 319
D. Fisiologi Sistem Reproduksi Pria 322
E. Fisiologi Sistem Reproduksi Wanita 325
F. Latihan Soal 332

DAFTAR PUSTAKA 336
BIOGRRAFI PENULIS 364
LAMPIRAN 389
SINOPSIS 391

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Posisi Anatomi Tubuh..... 5
Gambar 2. Bidang pada Posisi Anatomi Tubuh Manusia6
Gambar 3. Arah Tubuh Manusia..... 9
Gambar 4. Mekanisme Homeostatis.....12
Gambar 5. Organisasi Struktural Tubuh 26
Gambar 6. Anatomi dan Fungsi Sel.....39
Gambar 7. Struktur Sistem Integumen 55
Gambar 8. a). Periosteum dan Endosteum, (b). Anatomi tulang Panjang.....67
Gambar 9. Sel-Sel Tulang: Di Dalam Jaringan Tulang Terdapat Empat Jenis Sel Utama 73
Gambar 10. Anatomi Tulang Panjang 85
Gambar 11. Struktur Otot Polos 93
Gambar 12. Struktur Otot Lurik 95
Gambar 13. Struktur Otot Jantung 96
Gambar 14. Perbedaan Struktur Otot Polos, Otot Rangka dan Otot Jantung.....97
Gambar 15. Mekanisme Kerja Otot..... 100
Gambar 16. Pembagian sistem saraf: sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf ferifer (SST) (Myers & Olson, 2012). 107
Gambar 17. Diagram Yang Menunjukkan Tingkatan Organisasi Sistem Saraf..... 109
Gambar 18. Struktur Neuron Tipikal (Neuron Motorik). (A) Ilustrasi Neuron Motorik. Panah Menunjukkan Arah Perambatan Sinyal. Selubung Mielin Melapisi Akson Neuron

Spesifik Ini. (B) Mikrograf (Myers & Olson, 2012). 111
Gambar 19. Potongan Melintang Saraf Tulang Belakang (Medulla Spinalis) Dan Hubungan Antara SST Dan SSP (Catala & Kubis, 2013; Myers & Olson, 2012). 114
Gambar 20. Komponen Lengkung Refleks. Reseptor Mendeteksi Perubahan Di Lingkungan Internal Atau Eksternal. Efektornya Adalah Otot Atau Kelenjar 116
Gambar 21. Medulla Spinalis Dan Akar Sarafnya, Dengan Lengkung Tulang Belakang Dihilangkan. Dura Mater Dan Araknoid Mater Dipotong Dan Direfleksikan Secara Lateral. (Myers & Olson, 2012) 119
Gambar 22. . Pertumbuhan Posterolateral Hemisfer Serebral Pada Akhirnya Membungkus Diensefalon Dan Aspek Superior Batang Otak (Seperti Yang Ditunjukkan Dalam Tampilan Tembus Pandang Hemisfer Serebral Ini). 121
Gambar 23. . Organisasi Fungsional Sistem Saraf Tepi (PNS) Dan Hubungannya Dengan Sistem Saraf Pusat (SSP) (Catala & Kubis, 2013). 122
Gambar 24. Lokasi Kelenjar Endokrin (Tortora & Derrickson, 2020) 130
Gambar 25. Hormon Sirkulasi (Tortora & Derrickson, 2020) 137
Gambar 26. Hormon Lokal (Tortora & Derrickson, 2020) 138

Gambar 27. Mekanisme Kerja Hormon Larut Lemak (Tortora & Derrickson, 2020)..... 140
Gambar 28. Mekanisme Kerja Hormon Larut Air (Tortora & Derrickson, 2020) 142
Gambar 29. Komponen Plasma Darah..... 150
Gambar 30. Organ Jantung 151
Gambar 31. Anatomi Jantung..... 152
Gambar 32. Sirkulasi Darah 157
Gambar 33. Sistem Limfatik Manusia (Cheng et al., 2022) 164
Gambar 34. Sistem Pembuluh Limfatik. (1) Kapiler Limfatik; (2) Pembuluh Limfatik Kolektor; (3) Limfonodus; (4) Duktus Toraks Dan Trunkus Limfatik Kanan; Internal Jugular Vein (IJV); External Jugular Vein (EJV); Subclavian Vein (SCV) (Aspelund et al., 2016). 165
Gambar 35. Pembuluh Limfatik. Pembuluh Limfatik Awal (In); Sel Endotelial Limfatik (Kuning); Pembuluh Prekolektor (P); Pembuluh Kolektor (Col); Sel Otot Polos (Merah); Fibrosit (Hijau); Sel Interstitial Cajal-Like Pacemaker (Biru); Sel Mast (Ungu); Arah Aliran Li (Wilting & Becker, 2022). 166
Gambar 36. Pembuluh Limfatik Kapiler (Initial Lymphatic) (Oliver et al., 2020)..... 167
Gambar 37. Pembuluh Limfatik Kolektor (Oliver et al., 2020). 169
Gambar 38. Struktur Limfonodus (Melo-Silva & Sigal, 2024). 171
Gambar 39. Struktur Medula Limfonodus (Cheng et al., 2022). 173

Gambar 40. Gambaran Umum Aliran Limfatik Dalam Tubuh (Goswami et al., 2020)..... 174
Gambar 41. Struktur Limpa (Nigam & Knight, 2020) 180
Gambar 42. Sistem Pernapasan Manusia..... 189
Gambar 43. Anatomi Hidung..... 190
Gambar 44. Anatomi Faring 192
Gambar 45. Anatomi Laring 193
Gambar 46. Anatomi Trakea 194
Gambar 47. Anatomi Bronkus, Bronkiolus, Dan Alveoli 195
Gambar 48. Anatomi Sistem Pencernaan 203
Gambar 49. Anatomi Mulut..... 207
Gambar 50. Anatomi Faring 209
Gambar 51. Anatomi Esofagus..... 211
Gambar 52. Anatomi Lambung..... 213
Gambar 53. Anatomi Usus Halus..... 216
Gambar 54. Anatomi Usus Besar..... 219
Gambar 55. Anatomi Rektum dan Anus..... 221
Gambar 56. Anatomi Kelenjar Ludah..... 223
Gambar 57. Anatomi Hati..... 226
Gambar 58. Anatomi Kandung Empedu 227
Gambar 59. Anatomi Pankreas..... 229
Gambar 60. Reaksi Katabolisme Memecah Molekul, Melepaskan Energi Dan Produk Lainnya, Reaksi Anabolisme Menggunakan Energi Saat Membentuk Molekul Kompleks..... 245
Gambar 61. Proses Metabolisme Karbohidrat..... 247
Gambar 62. Proses Metabolisme Lipid 250
Gambar 63. Proses Metabolisme Asam Amino..... 252
Gambar 64. Anak-Anak Dengan Penyakit Marasmus Dan Kwashiorkor..... 264

Gambar 65. Sistem Ekresi 272
Gambar 66. Struktur Ginjal dan Fungsinya 274
Gambar 67. Gagal Ginjal Akut 292
Gambar 68. Gagal Ginjal Kronis 293
Gambar 69. Glomerulonefritis/Nefritis 295
Gambar 70. Cairan tubuh dalam sekresi 302
Gambar 71. Pengaturan Cairan Tubuh Dalam Sistem Ekskresi 304
Gambar 72. Pengaturan Cairan Tubuh Dalam Sistem Ekskresi 305
Gambar 73. Struktur Anatomi Sistem Organ Reproduksi Pria (Sherwood, 2010) 314
Gambar 74. Anatomi Testis (www.redbubble.com) 316
Gambar 75. Anatomi Penis (Martin, 2020) 318
Gambar 76. Anatomi Sistem Organ Reproduksi Wanita (Sherwood, 2010) 319
Gambar 77. Anatomi Liang Vagina (Abdullah et al., 2025) 319
Gambar 78. Anatomi Uterus (Sherwood, 2010) 321
Gambar 79. Spermatogenesis (Sherwood, 2010) 323
Gambar 80. Struktur Sperma (Sherwood, 2010) 325
Gambar 81. Siklus Menstruasi pada Wanita(Lestari, 2020) 328

BAB 1 PENDAHULUAN ANATOMI DAN FISIOLOGI MANUSIA

A. Defenisi Anatomi dan Fisiologi

Anatomi dan Fisiologi berfungsi sebagai ilmu dasar yang esensial dalam bidang ilmu kehidupan. Kedua disiplin ilmu ini menjadi fondasi penting untuk memahami tata letak struktural (anatomi) dan mekanisme fungsional (fisiologi) tubuh manusia.

Anatomi berasal dari bahasa Yunani, gabungan kata "ana" yang berarti bagian atau memisah, dan "tomi" yang merujuk pada memotong. Dengan demikian, Anatomi didefinisikan sebagai studi yang mengkaji struktur tubuh serta bagaimana berbagai komponen struktural tersebut saling berhubungan (Ramadhani, dkk, 2022).

Sementara itu, istilah Fisiologi diturunkan dari kata "physis" (cara kerja atau faal) dan "logos" (ilmu pengetahuan). Fisiologi adalah ilmu yang berfokus pada fungsi tubuh dan bagaimana seluruh bagian tubuh menjalankan proses kerjanya (Hasanah, 2023).

Keterkaitan Kedua Ilmu

Ilmu Anatomi dan Fisiologi memiliki hubungan yang sangat erat dan tidak dapat dipisahkan. Fungsi-fungsi tubuh yang baik (fisiologi) dapat terlaksana berkat adanya serangkaian sistem organ yang dirancang secara struktural (anatomi) untuk bekerja sama. Dengan kata lain, mekanisme kerja suatu sistem sangat ditentukan oleh desain struktural dan koneksi antar bagian tubuh yang menjalankan fungsi tersebut.

Sebagai ilustrasi, sistem sirkulasi darah dan distribusi nutrisi membutuhkan organ dengan arsitektur yang mendukungnya: bilik jantung berfungsi berkontraksi untuk memompa darah, didukung oleh pembuluh darah yang terentang dari yang besar hingga kapiler (pembuluh yang sangat halus). Karena desain anatomisnya spesifik untuk pemompaan, struktur jantung ini tentu tidak akan mendukung fungsi penyaringan yang dibutuhkan oleh sistem urinaria. Oleh karena itu, dalam sistem urinaria, organ yang terlibat adalah ginjal, yang secara struktural dirancang khusus untuk menjalankan tugas fisiologis sebagai penyaring cairan tubuh (Ramadhani, dkk, 2022).

Pada sistem tubuh krusial lainnya, yaitu sistem pencernaan (gastrointestinal), fungsinya meliputi pemecahan makanan yang dikonsumsi, penyerapan zat gizi yang telah dipecah ke dalam aliran darah, dan pembuangan zat-zat sisa dari proses tersebut keluar dari tubuh (Rani et al., 2022 dalam Aulia P, Fajrian, 2024).

B. Ruang Lingkup Anatomi dan Fisiologi

Tubuh manusia terdiri dari banyak sistem organ, dan setiap sistem organ terdiri dari beberapa organ penyusun. Setiap organ terdiri dari beberapa kumpulan jaringan. Jaringan tersusun atas sel, sehingga menjadi satu kesatuan yang disebut organisme (Trisa U, 2023).

Anatomi dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu anatomi makroskopik dan anatomi mikroskopik.

1) Anatomi Mikroskopik

Merupakan anatomi yang mempelajari struktur yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang tetapi dapat dilihat melalui mikroskop atau kaca pembesar. Misalnya mempelajari tentang sel dan jaringan. Bentuk pemeriksaan mikroskopik meliputi sitologi dan histologi. Sitologi mempelajari tentang sel secara individual sedangkan histologi mempelajari tentang jaringan (Trisna U, 2023).

2) Anatomi makroskopik
   Merupakan anatomi yang mempelajari suatu struktur yang besar yang bisa dilihat dengan mata telanjang, antara lain :
   a) Anatomi permukaan tubuh (ciri-ciri dari permukaannya)
   b) Anatomi regional (fokus pada area tertentu)
   c) Anatomi sistemik (mempelajari organ secara sistem pencernaan, sistem reproduksi, sistem kardiovaskuler dan lain-lain)
   d) Anatomi perkembangan (mempelajari perubahan tubuh dari sudut pandang struktur).

Dalam anatomi tubuh manusia, terdapat beberapa elemen yang menyusun tubuh manusia. Elemen tersebut yaitu :

1) Sistem Integumen
2) Sistem Rangka
3) Sistem Otot
4) Sistem Saraf
5) Sistem Endokrin
6) Sistem Kardiovaskuler
7) System Limfatik dan Imun

8) Sistem Pernafasan
9) Sistem Pencernaan
10) Sistem Perkemihan
11) Sistem Reproduksi
12) Sistem Indera

Fisiologi dikatakan sebagai ilmu yang mempelajari mekanisme fungsional dari masing-masing jaringan dan organ tubuh. Fisiologi dapat dikatakan juga sebagai ilmu yang mempelajari faal atau fungsi dari tiap-tiap jaringan tubuh atau bagian dari alat-alat tubuh dan sebagainya.

Pada proses fisiologi tubuh terdapat beberapa mekanisme kerja, yaitu :

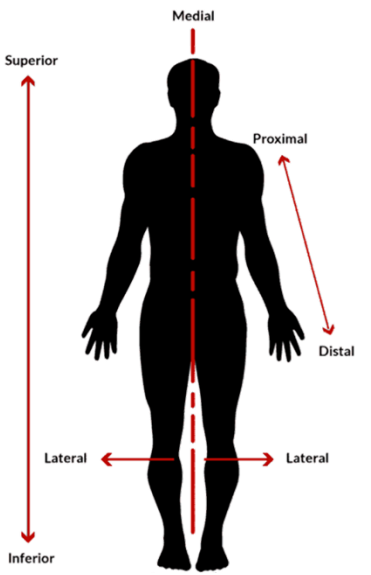
1) Pendekatan mekanistik
   Banyak ahli fisiologi menggunakan pendekatan mekanistik untuk menjelaskan fungsi tubuh. Para ahli ini menganggap tubuh sebagai mesin yang mekanisme kerjanya dapat dijelaskan oleh kumpulan proses fisik dan kimiawi.
2) Pendekatan Teleologis
   Memberikan penjelasan tentang fungsi tubuh berdasarkan pemenuhan kebutuhan tubuh tanpa mempertimbangkan bagaimana proses mencapai hasil akhir pemecahan masalah. Metode ini lebih menekankan alasan atau tujuan dari proses tubuh dan fungsinya.

C. Istilah Anatomi dan Fisiologi

Istilah ini mengacu pada bagian-bagian organ tubuh manusia dalam posisi tertentu, seperti posisi berdiri, duduk, dan lainnya.

1) Istilah dalam posisi anatomi

Posisi anatomi adalah ketika subjek berdiri tegak dengan kepala dan mata menghadap ke depan, tungkai bagian dasar sejajar, kaki rata di lantai dan menghadap ke depan, dan anggota badan bagian atas terletak di samping telapak tangan yang menghadap ke depan.



Gambar 1. Posisi Anatomi Tubuh

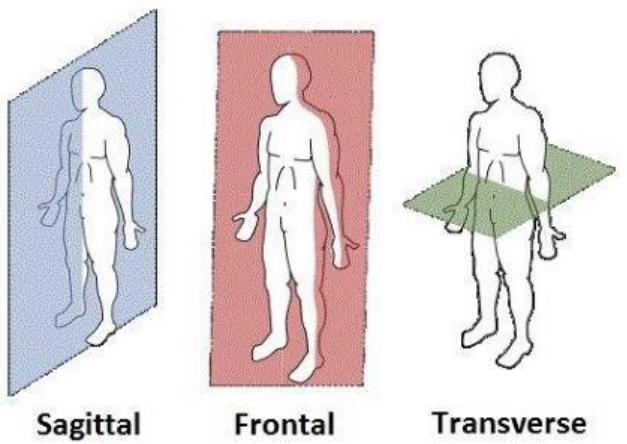
Bagian-bagian tubuh yang digunakan untuk menggambarkan tubuh atau organ terbagi menjadi tiga bidang yang mengacu pada garis-garis dan bidang-bidang imajiner, yaitu :

a) Bidang Sagital

Bidang yang membagi tubuh menjadi dua bagian yang sama, yaitu bagian kanan (dextra) dan bagian kiri (sinistra).

b) Bidang Frontal
Bidang yang membagi tubuh menjadi bagian depan (anterior) dan belakang (posterior).

c) Bidang transversal (horizontal, potong silang)
Bidang yang membagi tubuh menjadi bagian atas (superior) dan bawah (inferior).



Gambar 2. Bidang pada Posisi Anatomi Tubuh Manusia

2) Arah tubuh

Untuk menunjukkan arah tubuh, ada beberapa Istilah yang digunakan, yaitu :

a) Anterior

Menunjukkan bagian yang lebih dekat ke depan tubuh. contoh : pusar anterior terhadap tulang belakang.

b) Superior
Menunjukkan bagian yang berada di atas struktur lain. Contoh: jantung yang berada superior terhadap lambung.

c) Inferior
Menunjukkan bagian yang berada di bawah struktur lain. Contoh: lambung inferior terhadap jantung.

d) Posterior
Menunjukkan kebagian belakang tubuh. Contoh: tulang belakang posterior terhadap pusar.

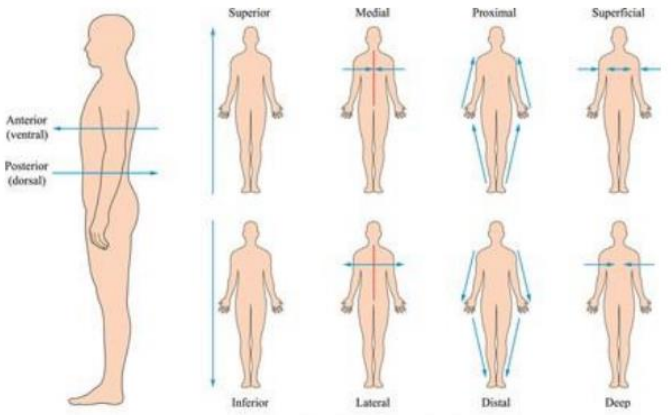
e) Dextra
Menunjukkan bagian yang berada di bagian kanan tubuh. Contoh: Paru dextra (paru-paru bagian kanan).

f) Sinistra
Menunjukkan bagian yang berada di bagian kiri tubuh. Contoh: Paru sinistra (paru-paru bagian kiri).

g) Medial
Menunjukkan bagian tengah tubuh yang membagi tubuh menjadi dua bagian kiri dan kanan. Contoh : hidung medial terhadap mata.

h) Lateral
Menjauhi garis tengah tubuh yang merujuk pada bagian samping tubuh. Contoh : telinga adalah lateral terhadap hidung.

i) Ipsilateral
   Terletak disisi tubuh yang sama. Contoh : tangan kiri berada pada sisi yang sama dengan kaki kiri.
j) Kontralateral
   Menunjukkan sisi tubuh yang berlawanan. Contoh : tangan kiri dan kaki kanan.
k) Intermediet
   Terletak diantara dua struktur. Contoh : lutut adalah intermediet antara paha dan tungkai bawah.
l) Proksimal
   Lebih dekat ke titik sambungan anggota tubuh. Contoh : siku berada disebelah proksimal pergelangan tangan.
m) Distal
   Lebih jauh dari titik sambungan anggota tubuh. Contoh : siku berada disebelah distal dari lutut.
n) Superficial
   Bagian tubuh yang terletak dekat kearah permukaan tubuh. Contoh : kulit terletak superficial terhadap otot.
o) Deep (dalam)
   Menjauh dari permukaan tubuh, bagian dalam. Contoh : tulang rangka terletak deep terhadap kulit.



Gambar 3. Arah Tubuh Manusia

3) Rongga Tubuh

Rongga tubuh merupakan bagian tubuh tertutup yang melindungi organ. Rongga tubuh ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu :

a) Rongga Depan (ventral)

Yang termasuk rongga ini adalah dada atau toraks, yang di dalamnya terdapat organ paru-paru dalam rongga pleura, organ jantung dalam rongga pericardium dan rongga perut, serta panggul yang di dalamnya terdapat organ pencernaan dalam rongga perut. Kandung kemih dan organ reproduksi terdapat di dalam rongga panggul.

b) Rongga tubuh bagian belakang (dorsal)

Meliputi rongga cranium (kepala yang melindungi bagian otak) dan rongga vertebral (tulang belakang yang berisi sumsum tulang belakang).

4) Arah Gerakan

Terdapat istilah dalam beberapa arah gerakan tubuh manusia sebagai berikut :

a) Fleksi dan Ekstensi

Fleksi adalah gerakan membengkokkan, melipat sendi atau gerakan menekuk. Sedangkan Ekstensio adalah gerakan meluruskan kembali sendi.

b) Adduksio dan Abduksio

Adduksio adalah gerakan mendekati badan. Sedangkan Abduksio adalah gerakan menjauhi badan.

c) Rotasio

Rotasio adalah gerakan memutar sendi. Sedangkan sirkumduksio adalah gerakan sirkuler atau pergerakan gabungan fleksi, ekstensi.

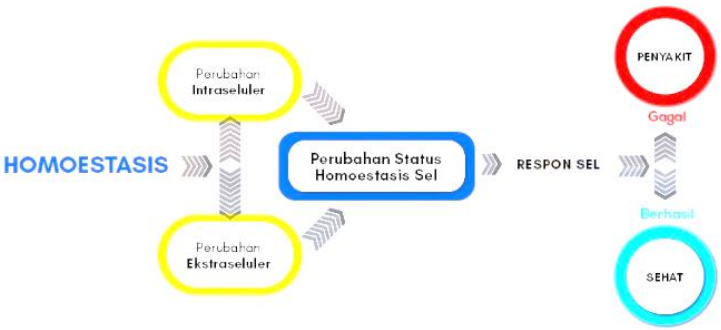
D. Konsep Homeostatis

Istilah **Homeostasis** berasal dari bahasa Yunani: "*homeo*" yang berarti **sama** dan "*statis*" yang berarti **mempertahankan keadaan**. Secara ringkas, homeostasis dapat diartikan sebagai upaya tubuh untuk **menjaga keseimbangan dinamis** meskipun menghadapi perubahan. Para ahli fisiologi

menggunakan istilah ini untuk menggambarkan kondisi **lingkungan internal** tubuh yang secara konsisten dipertahankan agar hampir selalu **stabil** (Hasanah, 2023).

Sel-sel manusia hanya mampu bertahan hidup dalam kondisi internal yang optimal. Namun, pengaruh lingkungan luar atau gangguan fisiologis dapat menyebabkan lingkungan sel ini berfluktuasi. Jika fluktuasi ini tidak dikoreksi, sel dapat rusak, yang pada akhirnya mengganggu organisasi struktural tubuh pada tingkat yang lebih tinggi. Oleh karena itu, sangat penting bagi tubuh untuk memiliki **mekanisme pemeliharaan** yang memastikan kondisi ideal untuk kelangsungan hidup sel. Homeostasis merupakan **proses pemeliharaan** kondisi internal tubuh agar tetap dalam batas normal. Ketika suatu faktor mendorong lingkungan internal menjauh dari keadaan optimal, sistem tubuh akan segera mengaktifkan respons yang sesuai untuk **memperkecil penyimpangan** tersebut, sehingga kondisi internal dapat kembali ke titik awal yang ideal (Putri U, 2020).

Setiap sel di tubuh manusia berpartisipasi dalam Homeostasis untuk menjaga keseimbangan internal yang dinamis, dan seluruh aktivitas tubuh dipengaruhi oleh perubahan di tingkat seluler. Jika keseimbangan Homeostasis ini terganggu oleh faktor eksternal (seperti cedera, kekurangan nutrisi, atau invasi patogen), hal tersebut dapat memicu timbulnya **penyakit** (*illness*) (Anwar H, 2020).



Gambar 4. Mekanisme Homeostatis

Contoh Mekanisme Homeostasis: Saat cuaca panas, **sistem integumen (kulit)** merespons dengan:

1. Mengeluarkan **keringat** melalui kelenjar keringat di lapisan epidermis, bertujuan mencegah kenaikan suhu darah.
2. **Melebarkan pembuluh darah** (vasodilatasi) untuk membuang kelebihan panas ke lingkungan luar, yang menyebabkan kulit tampak kemerahan.

Mekanisme fisiologis yang memantau dan mengontrol fungsi organ ini, yang sebagian besar diatur oleh **sistem saraf dan endokrin** (tanpa melibatkan kontrol kesadaran), sangat vital dalam menjaga Homeostasis. Untuk mempertahankan keseimbangan ini, tubuh terus-menerus menyesuaikan suhu, sekresi hormon, tekanan darah, frekuensi jantung dan napas, tingkat kesadaran, serta keseimbangan cairan dan elektrolit.

Mekanisme Umpan Balik (*Feedback*)

Tubuh menggunakan **mekanisme umpan balik** untuk mempertahankan kondisi Homeostasis. Mekanisme ini tersusun dari tiga komponen penting (Milas S, 2023):

1. **Sensor:** Bertugas mendeteksi adanya penyimpangan atau gangguan homeostasis (misalnya, perubahan kadar hormon atau impuls saraf).
2. **Pusat Kontrol:** Biasanya berada di Sistem Saraf Pusat, menerima sinyal dari sensor dan mengorganisir respons yang diperlukan (dengan mengaktifkan efektor).
3. **Efektor:** Melakukan tindakan korektif untuk mengembalikan keseimbangan Homeostasis.

Terdapat dua jenis umpan balik yang mengendalikan Homeostasis:

1. **Umpan Balik Negatif (Negative Feedback):** Mekanisme ini bekerja untuk **memulihkan** Homeostasis dengan **mengoreksi penyimpangan** dari kondisi normal.
    - **Contoh:** Ketika kadar glukosa darah menjadi tinggi, tubuh akan mengaktifkan pankreas untuk meningkatkan produksi hormon **insulin** guna **menurunkan** kadar glukosa kembali ke batas normal, sehingga Homeostasis dipulihkan. Umpan balik negatif adalah mekanisme yang paling sering digunakan untuk menjaga kestabilan, seperti mempertahankan suhu

tubuh (misalnya 37◦ Celcius) meskipun suhu lingkungan berubah menjadi sangat dingin.

2. **Umpan Balik Positif (Positive Feedback):** Mekanisme ini **mendorong sistem menjauhi Homeostasis** dengan cara **memperkuat** perubahan yang terjadi. Ini biasanya terjadi pada proses yang memerlukan penyelesaian cepat (seperti persalinan atau pembekuan darah).
    - **Contoh:** Ketika seseorang mengalami syok, jantung akan memompa lebih cepat dan kuat daripada biasanya (mendorong perubahan cepat) untuk mencoba mengimbangi kekurangan.

Kegagalan Homeostasis

Homeostasis adalah kemampuan tubuh yang memastikan lingkungan internal tetap stabil, terlepas dari perubahan eksternal (misalnya, kemampuan mengontrol keseimbangan cairan, yang ditunjukkan dengan urin yang lebih pekat saat dehidrasi).

Jika mekanisme ini terhenti, kondisi tubuh menjadi **tidak stabil** dan memicu **stres**. Stres ini dapat bersifat **akut** (sementara, seperti syok atau trauma) atau **kronik** (jangka panjang, seperti penyakit). Sayangnya, seiring bertambahnya usia, respons tubuh terhadap stres menjadi kurang efisien karena mekanisme homeostatik mulai melemah. Dalam keadaan abnormal, sistem umpan balik negatif secara otomatis akan diaktifkan untuk

mencoba menyeimbangkan penyimpangan tersebut (Anwar H, 2020).

Homeostasis adalah faktor **krusial** bagi kelangsungan hidup setiap sel, dan secara kolektif, semua sel berpartisipasi melalui sistem tubuh yang berbeda untuk mempertahankan lingkungan internal bersama.

Sebelas Sistem Tubuh Utama dalam Mendukung Homeostasis

Sebelas sistem utama tubuh manusia memainkan peran spesifik dalam menjaga keseimbangan internal:

1. **Sistem Sirkulasi:** Bertindak sebagai sistem transportasi, mengangkut zat vital (O_2, CO_2, hormon, nutrisi, zat sisa, dan elektrolit) antar area tubuh.
2. **Sistem Pencernaan:** Bertanggung jawab memecah makanan menjadi partikel nutrisi kecil, menyerapnya ke dalam darah untuk didistribusikan ke sel, dan menghilangkan sisa makanan melalui tinja.
3. **Sistem Respirasi:** Menyerap Oksigen (O2) dari udara dan mengeluarkan Karbondioksida (CO2), serta berperan vital dalam menjaga tingkat pH internal tubuh.
4. **Sistem Kemih (Urinaria):** Mengeluarkan kelebihan air, garam, dan elektrolit, serta zat sisa metabolisme (kecuali CO2) dari plasma darah melalui urine.
5. **Sistem Rangka:** Memberikan perlindungan dan dukungan untuk jaringan lunak dan organ, serta

bertindak sebagai tempat penyimpanan kalsium—elektrolit yang konsentrasinya harus dijaga ketat dalam plasma.

6. **Sistem Otot:** Menggerakkan tulang. Dari perspektif Homeostasis, otot menghasilkan **panas** melalui kontraksi, yang penting untuk pengaturan suhu tubuh.
7. **Sistem Integumen (Kulit):** Berfungsi sebagai barier pelindung eksternal, mencegah hilangnya cairan internal dan masuknya mikroorganisme. Sistem ini juga penting dalam termoregulasi dengan menyesuaikan aliran darah ke kulit dan produksi keringat.
8. **Sistem Imun:** Memberikan perlindungan terhadap serangan benda asing dan sel-sel yang bermutasi menjadi kanker. Ia juga berperan dalam perbaikan dan penggantian sel yang menua atau rusak.
9. **Sistem Saraf:** Mengontrol dan mengoordinasikan respons tubuh yang memerlukan kecepatan tinggi, serta sangat penting dalam mendeteksi perubahan lingkungan internal dan eksternal. Sistem ini juga bertanggung jawab atas fungsi kognitif yang lebih tinggi seperti memori dan kesadaran.
10. **Sistem Endokrin:** Sistem kontrol berbasis hormon yang bekerja lebih lambat tetapi durasinya lebih tahan lama. Sistem ini mengontrol konsentrasi nutrisi dan, melalui penyesuaian fungsi ginjal, mengatur volume serta komposisi elektrolit lingkungan internal.

11. **Sistem Reproduksi:** Meskipun **tidak penting** untuk kelangsungan hidup individu secara pribadi, sistem ini **esensial** untuk kelangsungan hidup suatu spesies.

E. Latihan Soal

1. Bidang anatomi yang mempelajari struktur tubuh yang dapat dilihat dengan mata telanjang adalah…
   a. Anatomi mikroskopik
   b. Anatomi makroskopik
   c. Histologi
   d. Fisiologi
   e. Etiologi

2. Ilmu yang mempelajari mengenai faal atau fungsi dan cara kerja tubuh disebut…
   a. Anatomi
   b. Histologi
   c. Fisiologi
   d. Patologi
   e. Mikrobiologi

3. Posisi tubuh berdiri tegak, pandangan kedepan, lengan disamping tubuh dan telapak tangan menghadap ke depan disebut posisi…
   a. Superior
   b. Anterior
   c. Anatomi
   d. Medial
   e. Lateral

4. Istilah yang mengacu pada bagian tubuh yang mengarah ke bagian atas adalah…
   a. Medial
   b. Lateral
   c. Anterior
   d. Posterior
   e. Superior

5. Istilah letak/ sikap anatomi bagian belakang disebut…
   a. Lateral
   b. Anterior
   c. Perifer
   d. Posterior
   e. Superior

6. Bagian atau struktur tubuh yang terletak arah kanan tubuh dalam istilah anatomi disebut…
   a. Superior
   b. Anterior
   c. Sinistra
   d. Dextra
   e. Posterior

7. Gerakan yang menekuk atau membengkokkan disebut…
   a. Fleksi
   b. Ekstensi
   c. Abduksi
   d. Adduksi
   e. Rotasi

8. Garis bidang yang membagi tubuh kiri dan kanan disebut dengan…
   a. Medial
   b. Transversal
   c. Frontal
   d. Eksternal
   e. Sagittal

9. Istilah homeostasis artinya adalah…
   a. Cara organisme mencari sumber makanan
   b. Suatu proses reproduksi organisme
   c. Suatu proses pertumbuhan organisme
   d. Kemampuan organisme untuk mempertahankan keseimbangan internal
   e. Kemampuan organisme untuk memenuhi kebutuhan nutrisi

10. Berikut ini merupakan contoh homeostasis cairan dan elektrolit tubuh…
    a. Pengaturan jumlah air yang diserap kembali oleh ginjal
    b. Pengaturan detak jantung ketika melakukan olahraga
    c. Memproduksi dan melepaskan hormone insulin untuk menurunkan kadar gula dalam darah
    d. Adanya pengaturan suhu tubuh ketika berada di lingkungan yang dingin
    e. Adanya respon tubuh seperti menggigil ketika sedang dalam kondisi suhu tubuh rendah

BAB 2. ORGANISASI TUBUH DAN KOMUNIKASI ANTAR SISTEM

A. Pendahuluan

Memahami tubuh manusia dimulai dari mengenali struktur hirarki dan kerja dinamis antar sistem organ. Organisasi atau susunan tubuh mendasari fungsi fisiologis dan penting untuk mempertahankan homeostasis, yang merupakan tema utama dalam fisiologi medis (Silvethorn, 2023). Tubuh manusia tersusun dari komponen kimia terkecil hingga organisme yang lengkap, membentuk sistem yang rumit dan efisien. Setiap sistem tubuh memiliki anatomi yang berbeda namun secara fungsional saling terkait. Sebagai contoh, sistem endokrin mengatur respon dari kerja sistem kardiovaskular melalui hormon epinefrin dan aldosterone (Sherwood, 2022).

Organisasi tubuh yang berlapis-lapis ini membuat fungsi-fungsi khusus dan terintegrasi yang penting untuk homeostasis dan mempertahankan hidup. Integrasi sistem organ penting dalam proses ini, sehingga tidak ada satu sistem yang bekerja sendiri (Zhou et.al., 2020). Sebelum memahami dinamika pada sistem tubuh, baiknya memahami terlebih dahulu terkait organisasi atau susunan pada sistem tubuh manusia.

B. Organisasi Sistem Tubuh

Tubuh manusia memiliki sistem kompleks dan dinamis yang tersusun atas berbagai tingkatan. Organisasi struktural ini membentuk dasar dari fungsi fisiologis tubuh dan menintegrasikan respon terhadap stimuli. Memahami tingkatan organisasi mulai dari komponen kimia terkecil hingga organisme utut merupakan hal yang penting untuk memahami bagaimana sistem fisiologi mempertahankan homeostasis dan berinteraksi secara terus menerus.

Berikut adalah organisasi struktural pada tubuh.

1) Tingkatan kimia atom dan molekul

   Tingkatan paling dasar pada organisme yakni atom dan molekul. Hidup bergantung pada interaksi dari elemen kunci yaitu karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen, fosfor, dan sulfur. Elemen-elemen tersebut membentuk biomolekul seperti protein (enzim, komponen struktural, molekul sinyal, lipid (struktur membran, penyimpanan energi, persinyalan), karbohidrat (metabolisme energi dan pengenalan sel), asam nukleat (DNA dan RNA).

   Molekul kimia ini merupakan *building blocks* yang menyusun sel dan jaringan, membentuk dasar kehidupan. Molekul seperi enzim dan

hormon berperan dalam mengatur reaksi biokimia yang penting dalam kehidupan (Silverthorn, 2023).

2) Tingkatan seluler

Sel adalah unit kehidupan terkecil pada tubuh dan merupakan unit dasar yang memiliki struktur dan fungsi. Setiap tipe sel memiliki fungsi khusus. Secara bersamaan sel membentuk unit kehidupan dasar.

Sel memilki organel meliputi nukleus, mitokondria, retikulum endoplasma) yang melakukan fungsi spesifik yang penting untuk kehidupan. Fungsi sel seperti metabolisme, komunikasi, dan reproduksi membuat sel dapat mempertahankan homeostasis dan merespon adanya perubahan pada sel. Setiap tipe sel memiliki fungsi khusus seperti contohnya: neuron atau sel saraf yang memiliki fungsi untuk penghantaran sinyal listrik dan integrasinya.

Penelitian terkini menonjolkan plastisitas seluler, yakni kemampuan sel mengubah fenotipnya sebagai respon terhadap stimulus dari lingkungan. Hal ini penting dipelajari dalam hal perbaikan jaringan, respon imun, dan progresi kanker (Konieczny et al., 2023)

3) Tingkatan jaringan

Jaringan adalah kumpulan sel yang mirip secara struktural yang berkerjasama untuk menghasilkan

fungsi yang spesifik. Jaringan membentuk struktur khusus untuk fungsi organ. Terdapat empat tipe utama jaringan:

a. Jaringan epitel: jaringan ini meliputi jaringan di permukaan tubuh, rongga tubuh, dan membentuk kelenjar. Fungsinya meliputi proteksi, absorpsi, sekresi, dan sensasi
b. Jaringan ikat: jaringan ini menyediakan support struktural, penyimpanan energi, dan memediasi respon imun. Contoh jaringan ini antara lain tulang, kartilago, adiposa, dan darah
c. Jaringan otot: jaringan ini memiliki fungsi dalam kontraksi dan pergerakan. Jaringan ini meliputi otot rangka (pergerakan sadar), otot jantung (kontraksi jantung), dan otot polos (kendali tak sadar).
d. Jaringan saraf: jaringan ini terdiri atas neuron dan sel glial. Berfungsi dalam komunikasi cepat dan integrasi fungsi tubuh.

Integritas jaringan dipertahankan oleh matriks ekstraseluler, yang menyediakan support mekanik dan persinyalan biokimia. Kegagalan regulasi komponen matriks ekstraseluler terjadi pada konfisi fibrosis, metastasis, dan inflamasi kronis (Sherwood, 2022).

4) Tingkatan organ

Organ adalah struktur yang terdiri dari dua atau lebih tipe jaringan yang melakukan kerja fisiologis yang spesifik. Contoh dari organ antara lain jantung yang berfungsi untuk memompa darah dengan kerja dari otot jantung dan diatur oleh impuls Listrik.

Fungsi organ bergantung pada susunan anatomis dan vaskularisasinya. Misalnya, nefron pada ginjal mengintegrasikan jaringan epitel, ikat, dan vaskular untuk dapat melakukan filtrasi dan reabsorpsi.

5) Tingkatan sistem organ

Sistem organ tubuh terdiri atas organ-organ terkait yang bekerja dan berfungsi secara sinergis untuk melakukan kerja fisiologis yang kompleks dan mempertahankan homeostasis. Terdapat 11 sistem organ mencakup:

a. Sistem integumen: melindungi tubuh dan mengatur suhu tubuh
b. Sistem tulang: menyokong, melindungi, dan membantu dalam pergerakan
c. Sistem otot: membuat pergerakan dan mempertahankan postur tubuh
d. Sistem saraf: mengoordinasikan aktivitas tubuh melalui sinyal listrik

e. Sistem endokrin: mengatur proses fisiologis melalui hormon
f. Sistem kardiovaskular: mengatur aliran darah yang membawa oksigen dan nutrient
g. Sistem respirasi: memediasi pertukaran gas antara udara dan dalam tubuh (darah)
h. Sistem pencernaan: memecah makanan untuk penyerapan nutrisi
i. Sistem perkemihan: membuang limbah tubuh dan mempertahankan keseimbangan cairan tubuh
j. Sistem reproduksi: memastikan kelangsungan spesies melalui reproduksi
k. Sistem imun dan limfatik: melindungi tubuh dari infeksi dan mempertahakan keseimbangan cairan tubuh

Kerja sistem organ bisa saling terkait satu sama lain, contohnya sistem kardiovaskular mentranspor nutrient dan oksigen bekerjasama dengan sistem respirasi untuk pertukaran gas (Guyton & Hall, 2021). Lebih detail terkait struktur dan fungsi sistem organ terdapat pada bab-bab selanjutnya.

6) Tingkatan organisme

Tingkatan ini menggambarkan manusia secara keseluruhan, antar sistem organ berfungsi bergantung satu sama lain. Tubuh manusia mempertahankan homeostasis melalui mekanisme