MARS

Editor: Handarini

Anatomi dan Fisiologi Manusia

Dasar Klinis

Untuk Mahasiswa Kesehatan





Penulis

1. Haryanto
2. Rismawati Pangestika
3. Hastuti Herman
4. Fitriyanti
5. Nanny Harmani
6. Annisaa Putri Ariyani
7. Attiya Istarini
8. Aristoteles
9. Komariah
10. Mastuti Widianingsih
11. Sarniati R. R
12. Huntari Harahap
13. Mega Puspa Sari
14. Azizul Berlyansah

Anatomi dan Fisiologi Manusia: Dasar Klinis untuk Mahasiswa Kesehatan

Haryanto; Rismawati Pangestika; Hastuti Herman; Fitriyanti; Nanny Harmani; Annisaa Putri Ariyani; Attiya Istarini; Aristoteles; Komariah;Mastuti Widianingsih; Sarniati R. R; Huntari Harahap; Mega Puspa Sari; Azizul Berlyansah

Editor: Handarini

PT. Mustika Sri Rosadi

Anatomi dan Fisiologi Manusia: Dasar Klinis untuk Mahasiswa Kesehatan

Penulis:
Haryanto; Rismawati Pangestika; Hastuti Herman; Fitriyanti; Nanny Harmani; Annisaa Putri Ariyani; Attiya Istarini; Aristoteles; Komariah;Mastuti Widianingsih; Sarniati R. R; Huntari Harahap; Mega Puspa Sari; Azizul Berlyansah

Editor: Handarini
Layout: Tim PT. Mustika Sri Rosadi
Desain Sampul: Tim PT. Mustika Sri Rosadi

ISBN: 978-634-7775-92-4 (PDF)
Cetakan Pertama: 09 November 2026

Hak Cipta 2026

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 Mustika Sri Rosadi**
Anggota IKAPI No. 544/JBA/2026
Alamat:
Citra Indah City, Bukit Heliconia, Kec. Jonggol, Kab. Bogor.
Email: mars.mustikasrirosadi@gmail.com
Website: mustikamars.com

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya buku *Anatomi dan Fisiologi Klinis*. Buku ini disusun untuk memberikan pemahaman mengenai struktur dan fungsi tubuh manusia, mulai dari tingkat sel, jaringan, hingga berbagai sistem organ. Pembahasan dilengkapi dengan keterkaitan konsep anatomi dan fisiologi terhadap praktik kefarmasian, mekanisme kerja obat, serta penerapan klinis. Diharapkan buku ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa kesehatan, khususnya bidang farmasi, serta pembaca yang ingin memahami mekanisme kerja tubuh manusia secara sistematis. Semoga buku ini memberikan manfaat dalam mendukung proses pembelajaran dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kesehatan.

Bogor, 09 November 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ii
DAFTAR ISI iii
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL xii
BAB 1. PENGANTAR ANATOMI DAN FISIOLOGI KLINIS - Haryanto 13
A. Pendahuluan 13
B. Pengertian dan Ruang Lingkup Anatomi dan Fisiologi Klinis 14
C. Prosedur Pemakaian Mikroskop 16
D. Tingkatan Organisasi Struktural Tubuh Manusia 19
E. Istilah Dasar dalam Anatomi 21
F. Struktur dan Fungsi Sel 22
G. Peran Anatomi dan Fisiologi dalam Praktik Kefarmasian 25
H. Homeostasis dan Kaitannya dengan Mekanisme Kerja Obat 27
I. Latihan Soal 28
BAB 2. KIMIA KEHIDUPAN DAN ORGANISASI SEL - Rismawati Pangestika 31
A. Pendahuluan 31
B. Pengantar Kimia Kehidupan 31
C. Unsur Kimia dan Molekul Penyusun Tubuh 33
D. Biomolekul Penyusun Kehidupan 34
E. Air, Elektrolit, dan Keseimbangan pH 36
F. Konsep Organisasi Kehidupan 37

G. Struktur dan Fungsi Sel 39
H. Transport melalui Membran Sel 43
I. Pembelahan Sel 44
J. Latihan Soal 45
BAB 3. JARINGAN TUBUH MANUSIA: HISTOLOGI DASAR - Hastuti Herman 50
A. Pendahuluan 50
B. Jaringan Epitel 51
C. Jaringan Ikat 59
D. Jaringan Otot 62
E. Jaringan Saraf 65
F. Latihan Soal 70
BAB 4. SISTEM INTEGUMEN - Fitriyanti 75
A. Pendahuluan 75
B. Struktur Kulit, Rambut, dan Kuku 76
C. Fungsi Perlindungan Tubuh 83
D. Termoregulasi 87
E. Gangguan Klinis pada Kulit 89
F. Latihan Soal 92
BAB 5. SISTEM RANGKA MANUSIA - Nanny Harmani 96
A. Pendahuluan 96
B. Pengantar dan Fisiologi Dasar Rangka 97
C. Klasifikasi Morfologi Tulang 99
D. Histologi Tulang, Pembentukan, dan Remodeling 100
E. Rangka Aksial vs Apendikular 104
F. Artikulasi (Persendian) dan Biomekanika 109

G. Patologi Rangka, Kelainan Klinis, dan Pemulihan Fraktur 112
H. Tulang Manusia dan Teknik Hafalan 114
I. Latihan Soal 121
BAB 6. SISTEM OTOT - Annisaa Putri Ariyani 125
A. Pendahuluan 125
B. Jenis Otot 129
C. Mekanisme Kontraksi Otot 133
D. Pergerakan Tubuh 138
E. Gangguan Sistem Muskuloskeletal 142
F. Latihan Soal 147
BAB 7. SISTEM SARAF - Attiya Istarini 151
A. Pendahuluan 151
B. Organisasi Dasar Sistem Saraf 152
C. Neuroanatomi Sistem Saraf 156
D. Neurofisiologi Sistem Saraf 174
E. Neuroplastisitas dan Adaptasi Sistem Saraf 179
F. Latihan Soal 181
BAB 8. SISTEM ENDOKRIN - Aristoteles 184
A. Pendahuluan 184
B. Konsep Dasar dan Anatomi Kelenjar Endokrin 185
C. Klasifikasi dan Mekanisme Kerja Hormon 189
D. Aksis Hipotalamus-Hipofisis dan Regulasi Umpan Balik 192
E. Aksis Hipotalamus-Hipofisis dan Regulasi Umpan Balik 194
F. Gangguan dan Kelainan Pada Sistem Endokrin 196
G. Latihan Soal 197

BAB 9. SISTEM KARDIOVASKULAR - Komariah.....201
A. Pendahuluan.....201
B. Struktur Jantung.....203
C. Sirkulasi Darah.....211
D. Tekanan Darah dan Hemodinamik.....214
E. Peran Sistem Kardiovaskular dalam Transport Zat 217
F. Latihan Soal.....226
BAB 10. SISTEM LIMFATIK DAN IMUNITAS - Mastuti Widianingsih.....231
A. Pendahuluan.....231
B. Sistem Limfatik.....231
C. Mekanisme Pertahanan Tubuh.....244
D. Respons Imun Terhadap Patogen.....248
E. Latihan Soal..... 24850
BAB 11. SISTEM PENCERNAAN - Sarniati R. R.....254
A. Pendahuluan.....254
B. Proses Pencernaan.....256
C. Absorpsi Nutrisi.....266
D. Metabolisme Energi.....274
E. Peran Organ Pencernaan.....281
F. Latihan Soal.....288
BAB 12. SISTEM URINARIA - Huntari Harahap.....290
A. Pendahuluan.....290
B. Anatomi Fungsional Sistem Urinaria.....292
C. Fungsi Ginjal.....298
D. Proses Pembentukan Urin.....301
E. Keseimbangan Cairan Tubuh.....316

F. Keseimbangan Elektrolit 325
G. Keseimbangan Asam-Basa 330
H. Urin Normal, Pemeriksaan Fungsi Ginjal, dan Korelasi Klinis 339
I. Rangkuman 343
J. Latihan Soal 344
BAB 13. SISTEM REPRODUKSI MANUSIA - Mega Puspa Sari 348
A. Pendahuluan 348
B. Reproduksi Pria 349
C. Reproduksi Wanita 354
D. Perkembangan Manusia 362
E. Latihan Soal 366
BAB 14. INTEGRASI SISTEM TUBUH DAN HOMEOSTASIS KLINIS - Azizul Berlyansah 370
A. Pendahuluan 370
B. Konsep Integrasi Sistem Tubuh 371
C. Mekanisme Integrasi Antar Sistem Tubuh 379
D. Mekanisme Adaptasi Fisiologis 384
E. Gangguan Homeostasis dan Implikasi Klinis 388
F. Aplikasi Anatomi dan Fisiologi dalam Praktik Klinis 393
G. Latihan Soal 398
DAFTAR PUSTAKA 402
BIOGRAFI PENULIS 436
BIOGRRAFI EDITOR 459
LAMPIRAN 461
SINOPSIS 464

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Bagian-bagian mikroskop 16
Gambar 1. 2. Posisi Anatomis 21
Gambar 2. 1. Biomolekul Penyusun Kehidupan Sumber: *AI generated*, diolah penulis (2026) 34
Gambar 2. 2. Konsep Organisasi Kehidupan 38
Gambar 2. 3. Struktur Sel Manusia 41
Gambar 2. 4. Jenis dan Tahap Pembelahan Sel 44
Gambar 3. 1. Ginjal, HE. 12X 54
Gambar 3. 2. Usus halus: Jejenum, HE. 20X 55
Gambar 3. 3. Esofagus, HE. 5,7X 56
Gambar 3. 4. Kulit tebal, HE. 3.2X 56
Gambar 3. 5. Duktus deferen, HE. 18X 57
Gambar 3. 6. Trakea, HE. 19X 57
Gambar 3. 7. Kandung kemih, HE. 40X. 58
Gambar 3. 8. Usus besar, HE. 6.6X 58
Gambar 3. 9. Kelenjar susu (fase menyusui), HE. 13X 59
Gambar 3. 10. Jaringan ikat longgar pada 61
Gambar 3. 11. Jaringan ikat padat ireguler pada Kulit (Brelje & Sorenson 2024) 61
Gambar 3. 12. Jaringan ikat padat regular pada 62
Gambar 3. 13. . Otot rangka: Potongan longitudinal, HE. 15X (Brelje & Sorenson 2024). 64
Gambar 3. 14. Otot polos: Potongan longitudinal pada Usus halus, HE. 40X (Brelje & Sorenson 2024). .. 64

Gambar 3. 15. Otot jantung: Potongan longitudinal, HE. 26X 65
Gambar 3. 16. Neuron 67
Gambar 3. 17. Sel pyramid pada Otak besar, Golgi stain. 5.9X (Brelje & Sorenson 2024). 68
Gambar 3. 18. Neuron motorik pada Sumsum tulang belakang, HE. 20X 68
Gambar 3. 19. Akson bermielin dan tak bermielin: Potongan transversal, Saraf perifer, HE. 40X 69
Gambar 3. 20. Akson bermielin dan tak bermielin: Potongan longitudinal, Saraf perifer, HE. 40X 69
Gambar 4. 1. Skema penampang kulit beserta adneksanya. *Sumber: Rowe, dalam Yousef dkk. (2024), CC BY-NC-ND 4.0* 76
Gambar 4. 2. Potongan memanjang folliculus pili dan potongan melintang batang rambut 80
Gambar 4. 3. Satuan kuku: potongan sagital (A) dan tampak dorsal (B) 82
Gambar 5. 1. Tulang 100
Gambar 5. 2. Jenis Sel Utama Tulang 102
Gambar 5. 3. Rangka Manusia 104
Gambar 5. 4. Sendi Artikulasi 109
Gambar 5. 5. Tulang Manusia 114
Gambar 6. 1. Serabut Otot Rangka. 134
Gambar 6. 2. Jenis Kontraksi Otot 140
Gambar 6. 3. Perbandingan postur tubuh ergonomis dan tidak ergonomis saat perawatan gigi 146
Gambar 7. 1. Organisasi fungsional sistem saraf. 154

Gambar 9. 1. . Lapisan endokardium jantung.....204
Gambar 9. 2. Struktur jantung; A). berkas serabut otot jantung. B. Otot jantung 206
Gambar 9. 3. Lapisan epicardium jantung.....208
Gambar 9. 4. Sirkulasi Pulmonal.....211
Gambar 9. 5. Sirkulasi sistemik dan sirkulasi pulmonal.....214
Gambar 10. 1. Derivat dan Distribusi Limfosit. Diadaptasi dari Human Anatomy (Edisi ke-7, hlm. 615), oleh Martini, F. H., Timmons, M. J., dan Tallitsch, R. B. 2012, Benjamin Cummings.....235
Gambar 10. 2. Lokasi Timus pada Rongga Dada. Diadaptasi dari Human Anatomy (Edisi ke-7, hlm. 622), oleh Martini, F. H., Timmons, M. J., dan Tallitsch, R. B. 2012, Benjamin Cummings.....237
Gambar 10. 3. Persebaran Pembuluh Limfa dan Kelenjar Limfa. Diadaptasi dari Essentials of Human Anatomy & Physiology (Edisi ke-11, hlm. 401), oleh Marieb, E. N. 2012, Pearson Education.....240
Gambar 10. 4. Anatomi Kelenjar Limfa. Diadaptasi dari Human Anatomy (Edisi ke-7, hlm. 617), oleh Martini, F. H., Timmons, M. J., dan Tallitsch, R. B. 2012, Benjamin Cummings.....241
Gambar 10. 5. Respons Inflamasi. Diadaptasi dari Human Biology (Edisi ke-8, hlm. 199), oleh Johnson, M. D. 2012, Benjamin Cummings.....247
Gambar 12. 1. Skema Nefron dan Segmen-segmennya'.....295

Gambar 12. 2. Mekanisme Pengganda Arus Balik dan Gradien Osmotik Medula 316
Gambar 12. 3. Diagram Davenport Hubungan pH, Bikarbonat, dan $PaCO_2$ 337

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Bagian-bagian mikroskop: 17
Tabel 1. 2. Contoh Klinis..... 27
Tabel 4. 1. Lapisan epidermis dari dalam ke luar 77
Tabel 4. 2. Fase siklus pertumbuhan rambut pada kulit kepala 81
Tabel 4. 3. Perbandingan kelenjar kulit..... 83
Tabel 4. 4. Mekanoreseptor kulit 85
Tabel 4. 5. Klasifikasi luka bakar menurut kedalaman . 92
Tabel 6. 1. Perbandingan karakteristik utama jaringan otot. 129
Tabel 11. 1. Hormon Gastrointestinal 287
Tabel 12. 1. Gaya Starling pada Kapiler Glomerulus... 304
Tabel 12. 2. Penanganan Zat di Sepanjang Segmen Nefron 312
Tabel 12. 3. Distribusi Cairan Tubuh pada Laki-laki Dewasa 70 kg..... 317
Tabel 12. 4. Perbandingan Pengaturan Volume dan Osmolalitas..... 323
Tabel 12. 5. Nilai Normal dan Gangguan Elektrolit Utama 330
Tabel 12. 6. Gangguan Asam-Basa Primer dan Kompensasinya 336
Tabel 12. 7. Korelasi Klinis Gangguan Fungsi Sistem Urinaria..... 341

BAB 1

PENGANTAR ANATOMI DAN FISIOLOGI KLINIS

A. Pendahuluan

1. Tujuan Pembelajaran

   Mahasiswa mampu memahami konsep dasar anatomi dan fisiologi klinis sebagai landasan dalam mempelajari ilmu farmasi dan kedokteran, serta mampu mengaitkan struktur dan fungsi tubuh manusia dengan aspek farmakoterapi

2. Capaian Pembelajaran

   Setelah mengikuti pembelajaran pada topik ini diharapkan mahasiswa mampu:

   a. Menguraikan pengertian dan ruang lingkup anatomi serta fisiologi klinis.
   b. Menjelaskan tingkatan organisasi struktural tubuh manusia dari sel hingga organisme.
   c. Mendeskripsikan istilah-istilah dasar dalam anatomi (posisi anatomis, bidang, dan arah).
   d. Menjelaskan struktur dan fungsi sel sebagai unit terkecil kehidupan.
   e. Mengidentifikasi peran anatomi dan fisiologi dalam praktik kefarmasian.
   f. Menghubungkan konsep homeostasis dengan mekanisme kerja obat dalam tubuh)

B. Pengertian dan Ruang Lingkup Anatomi dan Fisiologi Klinis

1. Definisi Anatomi

   Anatomi berasal dari bahasa Yunani ana (memotong) dan tomos (potongan). Secara harfiah, anatomi adalah ilmu yang mempelajari struktur tubuh manusia melalui proses pemotongan atau diseksi. Anatomi terbagi menjadi beberapa cabang, antara lain:

   a. Anatomi Makroskopik: Mempelajari struktur tubuh yang dapat dilihat dengan mata telanjang, seperti organ, tulang, dan otot.
   b. Anatomi Mikroskopik: Mempelajari struktur tubuh pada tingkat jaringan dan sel (histologi dan sitologi).
   c. Anatomi Klinis: Mempelajari struktur tubuh yang berkaitan dengan diagnosis dan pengobatan penyakit.
   d. Anatomi Radiologi: Mempelajari struktur tubuh melalui pencitraan medis seperti X-ray, CT scan, dan MRI.

2. Definisi Fisiologi

   Fisiologi berasal dari bahasa Yunani physis (alam) dan logos (ilmu). Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari fungsi dan proses yang terjadi di dalam tubuh manusia, termasuk bagaimana organ dan sistem organ bekerja untuk

mempertahankan kehidupan, Fisiologi terbagi menjadi:

a. Fisiologi Umum: Mempelajari fungsi dasar sel dan jaringan.
b. Fisiologi Sistem: Mempelajari fungsi sistem organ tertentu (kardiovaskular, respirasi, dll.).
c. Fisiologi Klinis: Mempelajari perubahan fungsi tubuh akibat penyakit dan bagaimana hal ini mempengaruhi respons terhadap terapi.

3. Hubungan Anatomi dan Fisiologi

   Anatomi dan fisiologi merupakan dua ilmu yang saling melengkapi. Struktur (anatomi) menentukan fungsi (fisiologi), dan sebaliknya, fungsi dapat mempengaruhi struktur. Dalam konteks kefarmasian, pemahaman keduanya sangat penting untuk:

   a. Memahami farmakokinetik (absorpsi, distribusi, metabolisme, ekskresi obat).
   b. Memahami farmakodinamik (mekanisme kerja obat pada target organ).
   c. Menentukan rute pemberian obat yang tepat.
   d. Memahami efek samping obat berdasarkan organ yang terpengaruh.

4. Ruang Lingkup Fisiologi Klinis dalam Farmasi

   Fisiologi klinis dalam farmasi mencakup:

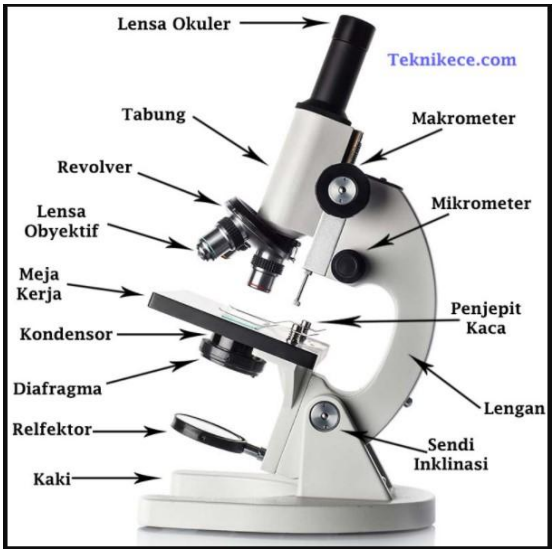
   a. Pemahaman perubahan fisiologis pada berbagai kondisi penyakit.

b. Pengaruh kondisi patologis terhadap farmakokinetik dan farmakodinamik obat.
c. Penyesuaian dosis pada kondisi khusus (gangguan hati, ginjal, usia lanjut, pediatrik).
d. Monitoring terapi obat berdasarkan parameter fisiologis.

C. Prosedur Pemakaian Mikroskop

A. Pengenalan Mikroskop

Mikroskop adalah alat optik yang digunakan untuk mengamati objek yang terlalu kecil untuk dilihat dengan mata telanjang. Dalam pembelajaran anatomi dan fisiologi, mikroskop digunakan untuk mengamati struktur sel dan jaringan.



Gambar 1. 1. Bagian-bagian mikroskop

Tabel 1. 1. Bagian-bagian mikroskop:

No	Bagian	Fungsi
1	Lensa okuler	Lensa yang dekat dengan mata pengamat
2	Lensa objektif	Lensa yang dekat dengan objek (4x, 10x, 40x, 100x)
3	Tabung mikroskop	Menghubungkan lensa okuler dan objektif
4	Revolver	Pemutar untuk mengganti lensa objektif
5	Meja preparat	Tempat meletakkan preparat
6	Penjepit preparat	Menjepit kaca objek agar tidak bergeser
7	Diafragma	Mengatur intensitas cahaya
8	Cermin/lampu	Sumber cahaya
9	Makrometer	Fokus kasar
10	Mikrometer	Fokus halus
11	Lengan mikroskop	Pegangan mikroskop
12	Kaki mikroskop	Penyangga mikroskop

B. Prosedur Penggunaan Mikroskop

Langkah-langkah:

a. Persiapan

1) Letakkan mikroskop di meja datar dan stabil.
2) Hubungkan dengan sumber listrik (jika menggunakan lampu).

3) Atur intensitas cahaya sesuai kebutuhan.

b. Pemasangan Preparat
   1) Letakkan kaca objek di meja preparat.
   2) Jepit dengan penjepit preparat.
   3) Pastikan objek berada tepat di atas lubang cahaya.

c. Pengaturan Fokus
   1) Putar revolver ke lensa objektif 4x (perbesaran terkecil).
   2) Turunkan lensa objektif mendekati preparat menggunakan makrometer.
   3) Lihat melalui lensa okuler dan naikkan lensa perlahan hingga objek terlihat.
   4) Gunakan mikrometer untuk mempertajam fokus.
   5) Tingkatan Perbesaran
   6) Setelah objek terlihat jelas pada 4x, putar revolver ke 10x.
   7) Sesuaikan fokus dengan mikrometer saja (jangan menggunakan makrometer).
   8) Ulangi untuk perbesaran 40x atau 100x (dengan minyak imersi).

d. Pengamatan, Pencatatan dan Pembersihan
   1) Amati struktur yang terlihat.
   2) Gambar dan catat hasil pengamatan.
   3) Pembersihan dan Penyimpanan
   4) Putar revolver ke lensa objektif terkecil.
   5) Turunkan meja preparat.

6) Matikan sumber cahaya.
7) Bersihkan lensa dengan kertas lensa.
8) Simpan mikroskop dengan penutup debu.

e. Perawatan Mikroskop
1) Jangan menyentuh lensa dengan tangan.
2) Bersihkan lensa dengan kertas lensa dan cairan pembersih khusus.
3) Hindari penggunaan cairan kimia keras.
4) Simpan di tempat kering dan bebas debu.
5) Hindari benturan dan getaran.

D. Tingkatan Organisasi Struktural Tubuh Manusia

Tubuh manusia tersusun dari tingkatan organisasi yang kompleks, dimulai dari tingkat terkecil hingga terbesar:

1. Tingkat Kimia

   Tingkat paling dasar terdiri dari atom-atom (karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen) yang bergabung membentuk molekul (air, protein, karbohidrat, lipid, asam nukleat). Molekul-molekul ini merupakan komponen dasar penyusun sel.
2. Tingkat Sel

   Sel adalah unit struktural dan fungsional terkecil penyusun tubuh makhluk hidup yang melakukan proses kehidupan (pertumbuhan dan perkembangan). Setiap sel memiliki struktur dan

fungsi spesifik. Contoh: sel otot, sel saraf, sel darah.

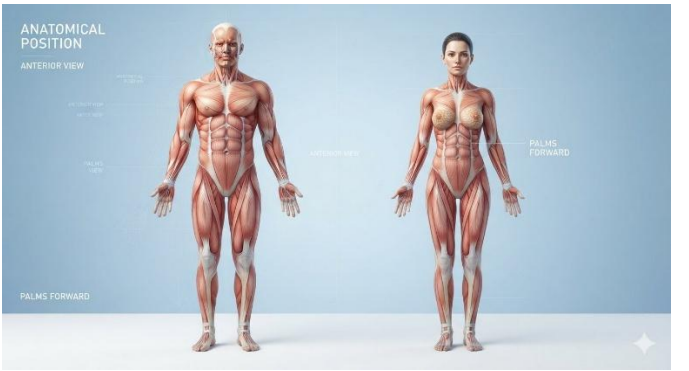
3. Tingkat Jaringan
   Jaringan adalah kumpulan sel-sel yang memiliki struktur dan fungsi serupa. Terdapat empat jenis jaringan dasar: Jaringan Epitel: Melapisi permukaan tubuh, melindungi, dan mensekresi. Jaringan Ikat: Menyokong, menghubungkan, dan melindungi organ (tulang, darah, lemak). Jaringan Otot: Menghasilkan gerakan (otot rangka, otot polos, otot jantung). Jaringan Saraf: Menerima dan menghantarkan impuls listrik.
4. Tingkat Organ
   Organ adalah kumpulan beberapa jenis jaringan yang bekerja sama untuk menjalankan fungsi tertentu. Contoh: jantung, paru-paru, hati, ginjal.
5. Tingkat Sistem Organ
   Sistem organ adalah kumpulan organ yang bekerja sama untuk menjalankan fungsi utama tubuh. Terdapat 11 sistem organ pada manusia: Sistem Integumen (Kulit), Sistem Rangka, Sistem Otot, Sistem Saraf, Sistem Endokrin, Sistem Kardiovaskular, Sistem Limfatik, Sistem Respirasi, Sistem Pencernaan, Sistem Urinaria, Sistem Reproduksi
6. Tingkat Organisme

Tingkat tertinggi adalah organisme utuh (manusia) yang merupakan hasil integrasi semua sistem organ yang bekerja secara terkoordinasi.

E. Istilah Dasar dalam Anatomi

1. Posisi Anatomis

   Posisi anatomis adalah posisi standar tubuh saat mempelajari anatomi, yaitu: Berdiri tegak dengan Kedua kaki rapat serta Kedua lengan di samping tubuh dengan Telapak tangan menghadap ke depan dan Kepala tegak lurus



Gambar 1. 2. Posisi Anatomis

2. Bidang Anatomi (Planes)

   Bidang Sagital : Membagi tubuh menjadi kiri dan kanan

   Midsagital : Membagi tubuh tepat di tengah (kiri dan kanan sama)

   Frontal (Coronal) : Membagi tubuh menjadi depan dan belakang

Transversal (Horizontal) : Membagi tubuh menjadi atas dan bawah

3. Istilah Arah (Directional Terms)
   Superior : Lebih ke atas
   Inferior : Lebih ke bawah
   Anterior : Lebih ke depan
   Posterior : Lebih ke belakang
   Medial : Lebih ke tengah
   Lateral : Lebih ke samping
   Proksimal : Lebih dekat ke pangkal tubuh
   Distal : Lebih jauh dari pangkal tubuh
   Superfisial : Lebih ke permukaan
   Profunda : Lebih ke dalam
4. Rongga Tubuh
   Rongga Dorsal: Terdiri dari rongga kranial (otak) dan rongga spinal (sumsum tulang belakang).

   Rongga Ventral: Terdiri dari rongga toraks (jantung, paru-paru), rongga abdominal (lambung, usus, hati), dan rongga pelvik (kandung kemih, organ reproduksi).

F. Struktur dan Fungsi Sel

1. Pengertian Sel

   Sel adalah unit struktural dan fungsional terkecil dari makhluk hidup yang melakukan proses kehidupan. Tubuh manusia terdiri dari sekitar 37 triliun sel yang memiliki bentuk,

ukuran, dan fungsi yang beragam. Sel pertama kali ditemukan oleh Robert Hooke (1665) pada jaringan gabus.

Teori Sel: Semua makhluk hidup terdiri dari sel, sel adalah unit dasar kehidupan (pertumbuhan & perkembangan), sel berasal dari sel sebelumnya (Omnis cellula e cellula), sel mengandung materi genetik yang diwariskan.

2. Struktur Sel dan Fungsinya

   Sel terdiri dari tiga bagian utama: membran sel, sitoplasma, dan nukleus.

   a. Membran Sel (Membran Plasma)

      Struktur: Tersusun dari fosfolipid bilayer, protein, kolesterol, dan karbohidrat.

      Fungsi: Mengatur keluar-masuknya zat (selektif permeabel), melindungi isi sel, menerima sinyal dari luar sel (reseptor), menjadi tempat interaksi obat dengan sel (target farmakologi).

      Mekanisme Transpor:

      Transpor pasif: Difusi sederhana, difusi terfasilitasi, osmosis.

      Transpor aktif: Pompa natrium-kalium (Na^+/K^+-ATPase), endositosis, eksositosis.

   b. Sitoplasma

      Struktur: Cairan sel yang mengandung organel-organel. Organel dan Fungsinya:

Mitokondria : Respirasi sel, produksi ATP (energi)

Retikulum Endoplasma (RE) : Sintesis protein (RE kasar) dan lipid (RE halus)

Ribosom : Sintesis protein

Aparatus Golgi : Modifikasi, pengemasan, dan distribusi protein

Lisosom : Pencernaan intraseluler, autofagi

Peroksisom : Detoksifikasi, metabolisme lemak

Sitoskeleton : Mempertahankan bentuk sel, pergerakan sel

Sentriol : Pembelahan sel

c. Nukleus (Inti Sel)

Struktur: Terdiri dari membran nukleus, nukleoplasma, nukleolus, dan kromatin.

Fungsi: Menyimpan materi genetik (DNA), mengatur aktivitas sel melalui ekspresi gen, tempat replikasi DNA dan transkripsi RNA, mengontrol pembelahan sel.

3. Siklus Sel

Siklus sel terdiri dari:

Interfase: Fase G1 (pertumbuhan), S (sintesis DNA), G2 (persiapan).

Fase M: Mitosis (pembelahan nukleus) dan sitokinesis (pembelahan sitoplasma).

Peran dalam Farmasi: Obat kemoterapi bekerja dengan menghambat siklus sel dan Pemahaman siklus sel penting untuk terapi kanker.

4. Transportasi Zat Melalui Membran dan Kaitannya dengan Farmakokinetik

   Pemahaman transportasi zat melalui membran sel sangat penting dalam farmakokinetik, terutama pada proses: Absorpsi obat di saluran cerna, distribusi obat ke jaringan target, ekskresi obat di ginjal.

   Obat dapat melewati membran sel melalui: Difusi pasif (obat lipofilik), difusi terfasilitasi (menggunakan transporter), transpor aktif (memerlukan ATP) dan pinositosis (untuk molekul besar).

G. Peran Anatomi dan Fisiologi dalam Praktik Kefarmasian

1. Farmakokinetik

   Pemahaman anatomi dan fisiologi membantu apoteker memahami:

   Absorpsi: Bagaimana obat diserap di saluran cerna (peran vili usus, luas permukaan).

   Distribusi: Bagaimana obat didistribusikan ke jaringan (peran aliran darah, permeabilitas kapiler).

   Metabolisme: Bagaimana obat dimetabolisme di hati (peran enzim sitokrom P450).

Ekskresi: Bagaimana obat dikeluarkan melalui ginjal (peran filtrasi glomerulus, reabsorpsi tubulus).

2. Farmakodinamik

   Pemahaman struktur dan fungsi sel membantu apoteker memahami: Interaksi obat dengan reseptor, mekanisme kerja obat pada tingkat seluler, efek obat terhadap organ target.

3. Penyesuaian Dosis pada Kondisi Khusus

   Gangguan ginjal: Penyesuaian dosis berdasarkan laju filtrasi glomerulus (LFG).

   Gangguan hati: Penyesuaian dosis berdasarkan fungsi metabolisme hati.

   Pediatrik: Perbedaan fisiologi anak-anak (imaturitas organ).

   Geriatrik: Penurunan fungsi organ pada usia lanjut.

4. Monitoring Terapi Obat

   Parameter fisiologis yang dipantau: Tekanan darah (obat antihipertensi), kadar glukosa darah (obat antidiabetes), kadar elektrolit (diuretik) dan fungsi hati dan ginjal (obat hepatotoksik dan nefrotoksik).

H. Homeostasis dan Kaitannya dengan Mekanisme Kerja Obat

1. Pengertian Homeostasis

   Homeostasis adalah kemampuan tubuh untuk mempertahankan kondisi internal yang stabil meskipun terjadi perubahan dari luar. Contoh: pengaturan suhu tubuh, pH darah, kadar glukosa, tekanan darah.

2. Mekanisme Homeostasis

   Umpan balik negatif (negative feedback): Respons yang berlawanan dengan stimulus. Contoh: pengaturan suhu tubuh. Umpan balik positif (positive feedback): Respons yang memperkuat stimulus. Contoh: kontraksi rahim saat persalinan.

3. Peran Obat dalam Homeostasis

   Dapat menggantikan zat yang kurang (insulin pada diabetes), menghambat proses yang berlebihan (antihipertensi), dan memodulasi reseptor dan enzim (agonis/antagonis).

4. Contoh Klinis

Tabel 1. 2. Contoh Klinis

Kondisi	**Gangguan Homeostasis**	**Terapi Obat**
Diabetes	Kadar glukosa tinggi	Insulin, metformin
Hipertensi	Tekanan darah tinggi	ACE inhibitor, diuretik

Asidosis metabolik	pH darah rendah	Natrium bikarbonat
Dehidrasi	Keseimbangan cairan	Cairan infus

I. Latihan Soal

Pilihlah jawaban yang paling tepat (A, B, C, D, atau E)!

1. Ilmu yang mempelajari struktur tubuh manusia melalui pemotongan disebut...
   A. Fisiologi
   B. Anatomi
   C. Histologi
   D. Sitologi
   E. Patologi
2. Berikut ini yang termasuk organel sel yang berfungsi untuk respirasi sel dan produksi energi adalah...
   A. Ribosom
   B. Lisosom
   C. Mitokondria
   D. Aparatus Golgi
   E. Retikulum Endoplasma
3. Membran sel bersifat selektif permeabel, artinya...
   A. Dapat dilalui oleh semua zat
   B. Tidak dapat dilalui oleh zat apapun

C. Hanya dapat dilalui oleh zat tertentu
D. Hanya dapat dilalui oleh air
E. Hanya dapat dilalui oleh protein

4. Bidang anatomi yang membagi tubuh menjadi depan dan belakang adalah...
   A. Sagital
   B. Midsagital
   C. Frontal
   D. Transversal
   E. Horizontal
5. Teori sel "Omnis cellula e cellula" dikemukakan oleh...
   A. Robert Hooke
   B. Rudolf Virchow
   C. Antonie van Leeuwenhoek
   D. Matthias Schleiden
   E. Theodor Schwann
6. Organel sel yang berperan dalam detoksifikasi dan metabolisme lemak adalah...
   A. Lisosom
   B. Peroksisom
   C. Ribosom
   D. Mitokondria
   E. Nukleolus
7. Transportasi zat melalui membran sel yang memerlukan energi ATP disebut...
   A. Difusi sederhana
   B. Osmosis

C. Difusi terfasilitasi
D. Transpor aktif
E. Filtrasi

8. Fase dalam siklus sel di mana terjadi sintesis DNA adalah...
   A. Fase G1
   B. Fase S
   C. Fase G2
   D. Fase M
   E. Fase G0
9. Istilah anatomi yang berarti "lebih dekat ke pangkal tubuh" adalah...
   A. Distal
   B. Proksimal
   C. Lateral
   D. Medial
   E. Superfisial
10. Dalam konteks farmakokinetik, pemahaman tentang transportasi zat melalui membran sel terutama penting untuk proses...
    A. Absorpsi, distribusi, dan ekskresi obat
    B. Sintesis protein
    C. Pembelahan sel
    D. Produksi energi
    E. Detoksifikasi

BAB 2

KIMIA KEHIDUPAN DAN ORGANISASI SEL

A. Pendahuluan

1. Tujuan Pembelajaran

   Mahasiswa mampu memahami unsur kimia kehidupan, molekul penyusun tubuh, konsep organisasi kehidupan, struktur dan fungsi sel, serta pembelahan sel.

2. Capaian Pembelajaran

   Setelah mengikuti pembelajaran pada topik ini diharapkan mahasiswa mampu:

   a. Menguraikan unsur kimia dan biomolekul penyusun kehidupan.
   b. Menjelaskan konsep organisasi kehidupan.
   c. Menguraikan struktur dan fungsi sel dalam tubuh manusia.
   d. Membedakan transport melalui membrane sel.
   e. Menjelaskan perbedaan pembelahan sel secara mitosis dan meiosis.

B. Pengantar Kimia Kehidupan

Kimia kehidupan meliputi komponen kimia penyusun organisme hidup serta interaksi yang terjadi di dalamnya. Semua struktur dan fungsi tubuh manusia pada dasarnya tegrantung pada

unsur, molekul, dan reaksi kimia yang berjalan teratur. Memahami kimia kehidupan menjadi landasan dalam studi anatomi dan fisiologi (Betts et al., 2017).

1. Peran Kimia dalam Tubuh Manusia

   Kimia memiliki peran krusial dalam mempertahankan kehidupan melalui berbagai fungsi berikut (Clark et al., 2026):

   a. Membentuk struktur tubuh.

      Unsur dan senyawa kimia menyusun sel, jaringan, dan organ.

   b. Menghasilkan energi.

      Reaksi metabolik mengubah nutrisi menjadi energi yang dipakai sel.

   c. Mengatur fungsi fisiologi.

      Hormon, enzim, dan neurotransmitter bekerja lewat mekanisme kimia.

   d. Menjaga homeostasis.

      Keseimbangan cairan, elektrolit, dan pH tubuh diatur lewat proses kimia.

2. Hubungan Kimia Kehidupan dengan Anatomi dan Fisiologi

   Kimia kehidupan menjadi jembatan antara struktur tubuh dan fungsi tubuh, yaitu (Leclair, 2022):

   a. Anatomi mempelajari struktur tubuh yang tersusun dari molekul dan sel.

b. Fisiologi mempelajari fungsi tubuh yang terjadi melalui reaksi biokimia.
c. Perubahan komposisi kimia dalam tubuh dapat mempengaruhi struktur dan fungsi organ.

C. Unsur Kimia dan Molekul Penyusun Tubuh

1. Unsur utama dalam tubuh manusia.

   Unsur utama dalam tubuh manusia menjadi dasar bagi pembentukan biomolekul yang diperlukan untuk menjalankan fungsi kehidupan (Betts et al., 2017).

   a. Oksigen (O) berperan dalam respirasi seluler.
   b. Karbon (C) menjadi kerangka utama senyawa organik.
   c. Hidrogen (H) berperan dalam pembentukan air dan biomolekul.
   d. Nitrogen (N) merupakan komponen protein dan asam nukleat.

   Unsur lainnya seperti vitamin dan mineral yang mendukung berbagai fungsi fisiologi tubuh.

2. Atom dan ikatan kimia.

   Atom merupakan partikel terkecil yang Menyusun materi, terdiri atas proton, neutron, dan elektron, termasuk berbagai tipe ikatan kimia meliputi (Clark et al., 2026):

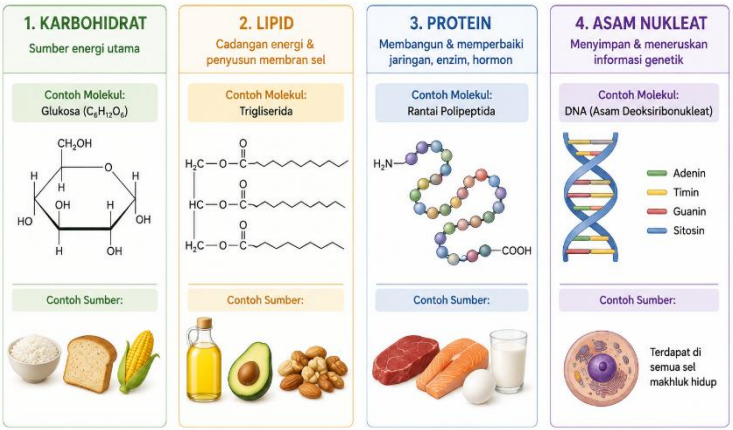
   a. Ikatan Ionik, terbentuk akibat transfer elektron antar atom.

b. Ikatan Kovalen, terbentuk ketika dua atom berbagai pasangan electron.
c. Ikatan Hidrogen, terbentuk dari gaya Tarik-menarik lemah yang menjaga stabilitas struktur protein dan DNA.

Keberadaan beragam ikatan ini memungkijkan atom-atom berinteraksi membentuk molekul-molekul yang menjadi blok penyusunan kehidupan.

D. Biomolekul Penyusun Kehidupan

Biomolekul merupakan senyawa organik Menyusun sel dan menjalankan berbagai fungsi biologis. Empat kelompok biomolekul utama adalah karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat (Leclair, 2022).



Gambar 2. 1. Biomolekul Penyusun Kehidupan
Sumber: *AI generated*, diolah penulis (2026)

1. Karbohidrat

   Karbohidrat merupakan sumber utama energi dalam tubuh dengan fungsi sebagai berikut:

   a. Menyediakan energi bagi sel.
   b. Menyimpan energi dalam bentuk glikogen.
   c. Membantu pengenalan antar sel melalui glikoprotein.

   Contoh: glukosa, fruktosa, sukrosa dan glikogen.

2. Lipid

   Lipid merupakan senyawa hidrofobik (tidak bisa larut dalam air) yang berfungsi sebagai Cadangan energi dan penyusun membrane sel. Fungsinya yaitu:

   a. Cadangan energi jangka Panjang.
   b. Penyusun membrane plasma.
   c. Pelindung organ tubuh.
   d. Prekursor hormon steroid.

   Contoh: trigliserida, fosfolipid, dan kolesterol.

3. Protein

   Protein tersusun atas asam amino yang dihubungkan dengan ikatan peptida. Fungsi protein yaitu:

   a. Penyusun struktur jaringan.
   b. Enzim katalis reaksi kimia.
   c. Pengangkut zat dalam tubuh.
   d. Antibodi dalam sistem imun.
   e. Hormon pengatur fungsi tubuh.

4. Asam Nukleat

   Asam nukleat berperan dalam penyimpanan dan ekspresi informasi genetic. Jenis asam nukleat yaitu:

   a. DNA (Deoxyribonucleic Acid)
   b. RNA (Ribonucleic Acid)

   Keduanya berperan dalam sintesis protein dan pewarisan sifat genetik.

E. Air, Elektrolit, dan Keseimbangan pH

Komponen tubuh manusia terdiri dari air, elektrolit, dan keseimbangan pH (Nurhayati & Darmawati, 2017).

1. Air

   Air merupakan komponen terbesar tubuh manusia dan berfungsi sebagai media utama berbagai reaksi biologi untuk mempertahankan kondisi internal tubuh yang stabil. Air berfungsi untuk:

   a. Pelarut berbagai zat biologi.
   b. Media transport nutrisi dan zat sisa metabolisme.
   c. Pengatur suhu tubuh.
   d. Pelumas sendi dan jaringan.
   e. Menjaga volume darah.

2. Elektrolit

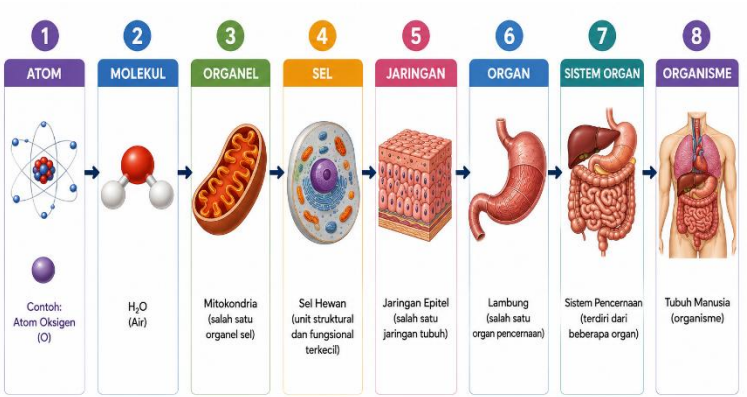
   Elektrolit adalah ion yang membawa muatan listrik dalam cairan tubuh, meliputi:

a. Natrium (Na^+)
b. Kalium (K^+)
c. Kalsium (Ca^{2+})
d. Magnesium (Mg^{2+})
e. Klorida (Cl^-)
f. Bikarbonat (HCO_3^-)

3. Keseimbangan pH
   a. Asam melepaskan ion hydrogen (H+)
   b. Basa menerima ion hydrogen atau melepaskan ion hidroksida (OH-).
   c. Derajat keasaman (pH) menunjukkan tingkat keasaman suatu larutan.
   d. pH darah normal berkisar antara 7,35-7,45.

F. Konsep Organisasi Kehidupan

Tubuh manusia memiliki tingkat organisasi yang tersusun secara bertahap dari komponen sederhana hingga organisme utuh. Setiap tingkat memiliki struktur dan fungsi yang saling berkaitan (Hartono & Azimata, 2019).



Gambar 2. 2. Konsep Organisasi Kehidupan
Sumber: *AI generated*, diolah penulis (2026)

1. Atom merupakan unit terkecil penyusun materi, seperti karbon (C), hydrogen (H), dan oksigen (O).
2. Molekul terbentuk dari gabungan dua atau lebih atom, misalnya air (H_2O) dan glukosa ($C_6H_{12}O_6$).
3. Organel merupakan struktur khusus di dalam sel yang memiliki fungsi tertentu, seperti mitokondria, nukleus, retikulum endoplasma, dan lainnya.
4. Sel merupakan unit terkecil yang memiliki struktur dan fungsi yang menjalankan peroses kehidupan.
5. Jaringan terdiri dari sel yang sejenis dan bersatu melaksanakan fungsi spesifik.
6. Organ terbentuk dari banyak jenis jaringan yang saling berkolaborasi.