

ANATOMI & FISILOGI

MANUSIA

Tim Penulis:

Lessyana Yulita | Mochamad Robby Fajar Cahya
Riza Mazidu Sholihin | Aprillia Veranita | Andri Kusmayadi
Lestari Wahyu Herawati | Menik Kasiyati | Jodelin Muninggar
Nadiya Fatimah Perdana | Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho
Desrialita Faryanti | Annisa Yuri Ekaningrum



ANATOMI DAN FISILOGI MANUSIA

**Lessyana Yulita
Mochamad Robby Fajar Cahya
Riza Mazidu Sholihin
Aprillia Veranita
Andri Kusmayadi
Lestari Wahyu Herawati
Menik Kasiyati
Jodelin Muninggar
Nadiya Fatimah Perdana
Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho
Desrialita Faryanti
Annisa Yuri Ekaningrum**

ANATOMI DAN FISILOGI MANUSIA

Tim Penulis:

Lessyana Yulita
Mochamad Robby Fajar Cahya
Riza Mazidu Sholihin
Aprillia Veranita
Andri Kusmayadi
Lestari Wahyu Herawati
Menik Kasiyati
Jodelin Muninggar
Nadiya Fatimah Perdana
Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho
Desrialita Faryanti
Annisa Yuri Ekaningrum

Tata Letak : Asep Nugraha, S.Hum.
Desain Cover : Septimike Yourintan Mutiara, S.Gz.
Ukuran : UNESCO 15,5 x 23 cm
Halaman : vii, 209
ISBN : 978-634-7021-74-8
Terbit Pada : September 2025
Anggota IKAPI : No. 073/BANTEN/2023

Hak Cipta 2025 @ Sada Kurnia Pustaka dan Penulis

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

PENERBIT PT SADA KURNIA PUSTAKA

Jl. Warung Selikur Km.6 Sukajaya – Carenang, Kab. Serang-Banten
Email : sadapenerbit@gmail.com
Website : sadapenerbit.com & repository.sadapenerbit.com
Telpon/WA : +62 838 1281 8431

KATA PENGANTAR

Selamat datang di dalam sebuah perjalanan yang luar biasa menyelami misteri dan keajaiban tubuh manusia. Buku "**Anatomi dan Fisiologi Manusia**" ini ditulis untuk menjadi panduan Anda dalam memahami struktur (anatomi) dan fungsi (fisiologi) dari setiap bagian yang membentuk diri kita.

Sejak pertama kali dilahirkan, tubuh kita telah menjadi sebuah sistem yang sangat canggih dan terkoordinasi. Jantung yang berdetak tanpa henti, paru-paru yang menghela napas, hingga otak yang memproses pikiran dan emosi semuanya bekerja dalam harmoni yang sempurna. Namun, seberapa sering kita berhenti sejenak untuk benar-benar mengapresiasi kerumitan di balik setiap gerakan, setiap sensasi, dan setiap pikiran yang kita miliki?

Buku ini disusun dengan tujuan untuk mengungkap tabir di balik kompleksitas tersebut. Mulai dari tingkat seluler hingga sistem organ yang lengkap, kami akan mengajak Anda untuk melihat betapa menakjubkannya rancangan biologis ini. Baik Anda seorang mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan di bidang kesehatan, profesional medis yang ingin menyegarkan kembali pengetahuan, atau sekadar individu yang memiliki rasa ingin tahu tinggi, kami berharap buku ini dapat memberikan pemahaman yang mendalam, jelas, dan relevan.

Semoga setiap halaman yang Anda baca tidak hanya menambah wawasan, tetapi juga menumbuhkan rasa kagum yang lebih besar terhadap diri Anda sendiri.

Selamat membaca dan selamat menjelajahi!

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 KONSEP DASAR ANATOMI DAN FISILOGI	1
Definisi Anatomi dan Fisiologi	2
Hubungan antara Anatomi dan Fisiologi.....	2
Tingkatan Organisasi dalam Tubuh Manusia.....	3
Terminologi Dasar dalam Anatomi dan Fisiologi.....	4
Sistem Organ dalam Tubuh Manusia.....	7
Daftar Pustaka.....	14
Profil Penulis.....	19
BAB 2 ORGANISASI STRUKTUR TUBUH MANUSIA.....	20
Konsep Organisasi Struktur Tubuh.....	21
Tingkat Kimia: Fondasi Molekuler Kehidupan.....	22
Tingkat Seluler: Unit Fungsional Kehidupan.....	24
Tingkat Jaringan: Spesialisasi Fungsional.....	26
Tingkat Organ: Integrasi Struktural-Fungsional	30
Tingkat Sistem Organ: Koordinasi Fungsional	31
Homeostasis: Keseimbangan Dinamis Kehidupan	33
Integrasi Struktur-Fungsi: Prinsip Fundamental Anatomi.....	36
Aplikasi dalam Praktik Keperawatan Holistik.....	37
Kesimpulan	38
Daftar Pustaka.....	40
Profil Penulis.....	43
BAB 3 SISTEM INTEGUMEN.....	44
Pendahuluan	45
Kulit	46
Rambut.....	51
Kuku	55
Kelenjar.....	57
Daftar Pustaka.....	59
Profil Penulis.....	61
BAB 4 SISTEM SKELETAL.....	62
Pengertian Tulang dan Fungsi Sistem Rangka	63

Klasifikasi Tulang.....	64
Tulang Hyoid.....	68
Tulang Vertebra.....	69
Rangka Apendikular	73
Tulang Anggota Tubuh Bagian Atas.....	73
Tulang Anggota Tubuh Bagian Bawah (<i>lower Limbs</i>)	76
Daftar Pustaka.....	78
Profil Penulis.....	80
BAB 5 SISTEM OTOT	81
Definisi dan Karakteristik Sistem Otot.....	82
Fungsi Sistem Otot	86
Struktur Otot Manusia.....	88
Jenis-Jenis Otot.....	90
Mekanisme Kontraksi Otot.....	92
Gangguan pada Otot dan Pencegahannya.....	96
Daftar Pustaka.....	99
Profil Penulis.....	100
BAB 6 SISTEM KARDIOVASKULER.....	101
Pendahuluan	102
Anatomi Jantung.....	103
Fisiologi Jantung.....	105
Anatomi dan Fisiologi Pembuluh Darah.....	108
Daftar Pustaka.....	110
Profil Penulis.....	111
BAB 7 SISTEM LIMFATIK DAN IMUNITAS.....	112
Fungsi dan Struktur Sistem Limfatik.....	113
Kapiler dan Pembuluh Limfatik.....	114
Organ Limfatik.....	115
Imunitas Bawaan	119
Struktur Penghalang.....	120
Sel-sel Penjaga.....	120
Protein Protektor.....	123
Proses Perlindungan	123
Imunitas Adaptif.....	124
Daftar Pustaka.....	127
Profil Penulis.....	128

BAB 8 SISTEM REPRODUKSI PRIA DAN WANITA	129
Pendahuluan	130
Anatomi dan Fisiologi Organ Reproduksi Pria	131
Anatomi dan Fisiologi Organ Reproduksi Wanita.....	137
Karakteristik Seksual Sekunder.....	139
Daftar Pustaka.....	140
Profil Penulis.....	141
BAB 9 SISTEM INDERA MANUSIA	142
Pengertian Alat Indera	143
Indera Penglihat (Mata).....	144
Indera Pendengar (Telinga)	150
Indera Pengecap (Lidah).....	154
Indera Pembau (Hidung)	158
Indera Peraba (Kulit).....	162
Daftar Pustaka.....	165
Profil Penulis.....	166
BAB 10 METABOLISME & GIZI	167
Pendahuluan	168
Organ-Organ yang Berperan Dalam Proses Metabolisme	168
Metabolisme Zat Gizi Utama.....	169
Bagaimana Tubuh Dapat Menghasilkan Energi?	171
<i>Gut Microbiome</i> & Metabolisme	172
Gangguan Metabolisme Terkait Gizi.....	173
Peran Diet Dalam Mengoptimalkan Metabolisme	175
Penutup	176
Daftar Pustaka.....	177
Profil Penulis.....	178
BAB 11 SUHU TUBUH DAN PENGATURAN SUHU TUBUH.....	179
Mengetahui Suhu Tubuh Manusia.....	180
Mekanisme Pengaturan Suhu Tubuh (Termoregulasi)	183
Mekanisme Kehilangan Panas Suhu Tubuh	187
Kondisi Suhu Tubuh Abnormal.....	189
Studi Kasus Efek Samping Obat-Obatan	191
Daftar Pustaka.....	193
Profil Penulis.....	195

BAB 12 PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUBUH MANUSIA

..... **196**

 Definisi Pertumbuhan dan Perkembangan 197

 Pertumbuhan dan Perkembangan Janin..... 197

 Pertumbuhan dan Perkembangan Pasca Kelahiran..... 200

 Daftar Pustaka..... 208

 Profil Penulis 209



BAB 1

KONSEP DASAR

ANATOMI DAN

FISIOLOGI

dr. Lessyana Yulita
Puskesmas Banjarmasin Indah Kota Banjarmasin



Definisi Anatomi dan Fisiologi

Anatomi berasal dari kata bahasa Yunani yaitu *anatome* yang artinya memotong. Anatomi merupakan salah satu pilar terpenting dalam kedokteran (Dziedzic *et al.*, 2024). Anatomi dapat dianggap sebagai ilmu kedokteran eksak pertama (Kachlik *et al.*, 2008). Anatomi adalah ilmu tentang struktur tubuh manusia (Eizenberg, 2015), ilmu kedokteran dasar kuno dan ilmu yang terus berkembang. Anatomi menurut para ilmuwan awal sebagai subjek yang sangat diperlukan untuk memahami bentuk dan fungsi tubuh serta penyebab penyakit dan pengaruhnya terhadap tubuh (Thompson P, 2009). Anatomi adalah ilmu tentang struktur tubuh bagian dalam dan luar yang saling berhubungan.

Fisiologi berasal dari kata Bahasa Yunani yaitu *physiologia* yang artinya pengetahuan alam (Fulton, 1930). Studi fungsi tubuh (Sieck and Clinic, 2017). Fisiologi merupakan salah satu disiplin ilmu sentral yang menjadi landasan semua ilmu biologi dan kedokteran, menjelaskan fungsi atas fenomena kehidupan (Lemoine and Pradeu, 2018). Fisiologi adalah ilmu tentang fungsi tubuh.

Hubungan antara Anatomi dan Fisiologi

Anatomi awalnya dikenal sebagai studi morfologi atau bentuk, selanjutnya berkembang pesat berkat kemajuan dan kecanggihan metode studi tubuh yang mengarah pada pemahaman yang lebih baik tentang bentuk dan fungsi tubuh yang disebut fisiologi (Owolabi, Ogunnaike and Tijani, 2017). Contoh: hubungan antara struktur folikel dan mekanisme ovulasi pada fungsi reproduksi (Thomson, 1919), bentuk eritrosit yang memaksimalkan pengangkutan oksigen. Struktur mendukung fungsi. Ilmu tentang anatomi dan fisiologi diterapkan dalam bidang kesehatan dalam diagnosa penyakit oleh dokter, perawatan serta pencegahan penyakit.

Anatomi bisa dipelajari melalui pembedahan langsung maupun melalui gambar. Studi pembedahan merupakan metode tradisional yang dilakukan untuk pengamatan langsung untuk mempelajari struktur organ. Pembedahan dapat dilakukan pada tubuh yang diawetkan ataupun melalui hewan percobaan. Studi gambar bisa dipelajari melalui CT-scan (*computed tomography*) yang

yang buruk untuk hasil asma hingga dewasa (Brand, P. L. P., & Roorda, 2003). Sistem respirasi atau pernafasan merupakan kumpulan organ dan jaringan tubuh yang berfungsi untuk pertukaran oksigen dan karbondioksida di dalam darah. Sistem pernafasan pada manusia terdiri dari rongga hidung, faring, laring, trakea, bronkus, bronkiolus, alveolus dan paru-paru. Sistem pernafasan merupakan salah satu tanda vital yang penting dalam tubuh kita, tanpa pernafasan yang baik akan mempengaruhi kerja organ tubuh yang lain. Seseorang dikatakan normal apabila memiliki laju pernafasan 12-20 kali per menit.

9. Sistem Pencernaan

Fungsi saluran gastrointestinal (GI) meliputi pencernaan, penyerapan, ekskresi, dan perlindungan. (Cheng *et al.*, 2014). Sistem pencernaan berperan memproses makanan supaya bisa diubah menjadi energi dan zat gizi yang dibutuhkan tubuh. Bagian sistem pencernaan meliputi mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus. Makanan masuk mulut, diolah, diambil gizinya oleh tubuh, lalu sisa yang tidak dipakai dibuang dari tubuh melalui anus.

10. Sistem Urinaria

Kondisi disfungsi saluran kemih bagian bawah (LUTD) hampir umum terjadi pada pria lanjut usia dan menimbulkan dampak fisik, mental, sosial, dan finansial yang substansial bagi masyarakat. Penyebabnya pengaruh bahan kimia lingkungan (Peterson and Vezina, 2022). Sistem urinaria berperan dalam membuang sisa-sisa kotoran cair dari darah dalam bentuk urin (air kencing), serta membantu menjaga keseimbangan air dan garam di tubuh. Bagian sistem urinaria meliputi ginjal, ureter, kandung kemih, uretra. Fungsi sistem urinaria meliputi penyaringan darah di ginjal, pengaliran urin melalui ureter, penyimpanan di kandung kemih, Pengeluaran melalui uretra.

11. Sistem Reproduksi Pria dan Wanita

Sistem reproduksi wanita terdiri dari ovarium, gonad wanita, dan organ-organ jalur reproduksi, yaitu tuba fallopi, uterus, serviks,

dan vagina. Sistem ini berfungsi untuk menyediakan dukungan hormonal dan struktur anatomi untuk produksi keturunan baru. Sejumlah faktor endogen dan eksogen dapat memengaruhi kesehatan dan kesuburan reproduksi wanita, termasuk kerentanan genetik, pengobatan, paparan lingkungan, usia, nutrisi, dan penyakit, dll (Zubizarreta, Xiao and Carolina, 2021). Pada pria, LH dan FSH merupakan hormon trofik utama untuk testis (Heindel, J. J., & Treinen, 1989). Sistem ini membantu manusia untuk memiliki keturunan (anak). Laki-laki memproduksi sperma di testis, Perempuan memproduksi sel telur di ovarium, Saat sperma bertemu sel telur di tuba falopi, terbentuklah zigot (calon bayi), Zigot lalu berkembang di rahim menjadi janin sampai waktunya lahir.

12. Sistem Indera Manusia

Indra utama seperti penglihatan, pendengaran, penciuman, pengecap, dan peraba, mengadopsi reseptor fisik atau kimia untuk mengubah stimulus dunia nyata menjadi sinyal saraf listrik yang seragam dalam jalur saraf khusus(Wang, 2013). Manusia memiliki 5 indera utama yaitu mata (indera penglihatan), telinga (indera pendengaran dan keseimbangan), hidung (indera penciuman), lidah (indera pengecap), kulit (indera peraba). Kelima indera ini bekerja sama dengan otak supaya kita bisa melihat, mendengar, mencium, merasakan, dan menyentuh.

Daftar Pustaka

- Bellail, A.C., Olson, J.J. and Hao, C. (2011) 'The emergence of modularity in biological systems', *Physics of Life Reviews*, 8(2), pp. 129–160. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.plprev.2011.02.003>.The.
- Brand, P. L. P., & Roorda, R.J. (2003) 'Usefulness of monitoring lung function in asthma.', *Archives of disease in childhood*, 88(11), pp. 1021–1025.
- Byrne, C., Hardman, M. and Nield, K. (2003) 'Covering the limb - Formation of the integument', *Journal of Anatomy*, 202(1), pp. 113–123. Available at: <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2003.00142.x>.
- Cheng, L.K. *et al.* (2014) 'Gastrointestinal system', 2(1), pp. 65–79. Available at: <https://doi.org/10.1002/wsbm.19>.Gastrointestinal.
- Csapo, R., Gumpenberger, M. and Wessner, B. (2020) 'Skeletal Muscle Extracellular Matrix – What Do We Know About Its Composition, Regulation, and Physiological Roles? A Narrative Review', *Frontiers in Physiology*, 11(March), pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00253>.
- Dziedzic, M. *et al.* (2024) 'Exploring the evolution of anatomy: From historical foundations to modern insights', *Translational Research in Anatomy*, 35(January), pp. 33–36. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tria.2024.100286>.
- Eizenberg, N. (2015) 'Anatomy and its impact on medicine: Will it continue?', *Australasian Medical Journal*, 8(12), pp. 373–377. Available at: <https://doi.org/10.4066/AMJ.2015.2550>.
- Frontera, W.R. and Ochala, J. (2015) 'Skeletal Muscle: A Brief Review of Structure and Function', *Behavior Genetics*, 45(2), pp. 183–195. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00223-014-9915-y>.
- Fulton, J.F. (1930) 'A note on the origin of the term "Physiology".'. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 3(1), 59. [Preprint].
- Grandi, E. *et al.* (2023) 'Diversity of cells and signals in the cardiovascular system', *Journal of Physiology*, 601(13), pp. 2547–2592. Available at: <https://doi.org/10.1113/JP284011>.

- Hampton, H.R. and Chtanova, T. (2019) 'Lymphatic migration of immune cells', *Frontiers in Immunology*, 10(MAY), pp. 19–23. Available at: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.01168>.
- Hart, N.H. *et al.* (2020) 'Biological basis of bone strength: Anatomy, physiology and measurement', *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions*, 20(3), pp. 347–371.
- Heindel, J. J., & Treinen, K.A. (1989) 'Physiology of the male reproductive system: endocrine, paracrine and autocrine regulation.', *Toxicologic pathology*, 17(2), pp. 411-445.
- Hu, Z. *et al.* (2024) 'Lymphatic vessel: origin, heterogeneity, biological functions, and therapeutic targets', *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 9(1). Available at: <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01723-x>.
- Islam, M.S. *et al.* (2007) 'A Review of Respiratory Anatomical Development , Air Flow Characterization and Particle Deposition'.
- Kachlik, D. *et al.* (2008) 'Anatomical terminology and nomenclature: Past, present and highlights', *Surgical and Radiologic Anatomy*, 30(6), pp. 459–466. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00276-008-0357-y>.
- Kamiński, P. *et al.* (2018) 'Ecophysiological determinants of the human skeletal system', pp. 47–54.
- Knigh, J. (2021) 'Endocrine system 1: overview of the endocrine system and hormones', *Nursing Times [online]*, 117(5), pp. 38–42.
- Kuang, S.Y. (2023) 'Advancing physiology education by understanding the multiple dimensions of homeostasis', *Frontiers in Physiology*, 14(August), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1234214>.
- Lemoine, M. and Pradeu, T. (2018) 'Dissecting the meanings of “physiology” to assess the vitality of the discipline', *Physiology*, 33(4), pp. 236–245. Available at: <https://doi.org/10.1152/physiol.00015.2018>.
- Liao, S. and Weid, pierre yves von der (2015) 'An Active Pathway for Immune Protection', *Journal of pediatrics*, 38(5), pp. 83–89.

- Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2014.11.012>.Lymphatic.
- Lopez-Bejar, M. (2024) 'Endocrine System', *Anatomy and Histology of the Domestic Chicken*, pp. 109–124. Available at:
<https://doi.org/10.1002/978111984173.ch8>.
- Menorca, R.M.G., Fussell, T.S. and Elfar, J.C. (2013) 'Nerve Physiology', *Hand Clinics*, 29(3), pp. 317–330. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.hcl.2013.04.002>.
- Minelli, A. (2021) 'On the Nature of Organs and Organ Systems – A Chapter in the History and Philosophy of Biology', *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9(December), pp. 1–9. Available at:
<https://doi.org/10.3389/fevo.2021.745564>.
- Mukund, K. and Subramaniam, S. (2020) 'Skeletal muscle: A review of molecular structure and function, in health and disease', *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine*, 12(1), pp. 1–46. Available at: <https://doi.org/10.1002/wsbm.1462>.
- Murphy, A.C. *et al.* (2018) 'Structure, function, and control of the human musculoskeletal network', *PLoS Biology*, 16(1), pp. 1–27. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2002811>.
- Neumann, P.E. and Neumann, E.E. (2023) 'General histological woes: Encore. Tissues, please', *Clinical Anatomy*, 36(5), pp. 782–786. Available at: <https://doi.org/10.1002/ca.24031>.
- Ou, D. *et al.* (2023) 'Modifiable Risk Factors and Cardiovascular Outcomes', *New England Journal of Medicine*, 389(25), pp. 2400–2402. Available at: <https://doi.org/10.1056/nejmc2312596>.
- Owolabi, J., Ogunnaike, P. and Tijani, A. (2017) 'Anatomy: A Chronological Review of the Evolution of Context and Content', *Asian Journal of Medicine and Health*, 4(4), pp. 1–13. Available at:
<https://doi.org/10.9734/ajmah/2017/33742>.
- Parker, J. (2024) 'Organ Evolution: Emergence of Multicellular Function', *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 40(1), pp. 51–74. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-cellbio-111822-121620>.

- Peterson, N.T. and Vezina, C.M. (2022) 'Male Lower Urinary Tract Dysfunction: An Underrepresented Endpoint in Toxicology Research', pp. 1–24.
- Regev, A. *et al.* (2017) 'Science Forum: The Human Cell Atlas', *eLife*, pp. 1–30. Available at: <https://doi.org/10.7554/eLife.27041.001>.
- Sakai, T. (2007) 'Historical evolution of anatomical terminology from ancient to modern', *Anatomical Science International*, 82(2), pp. 65–81. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1447-073X.2007.00180.x>.
- Sieck, G.C. and Clinic, M. (2017) 'Physiology in perspective: Structure and function—anatomy and physiology are integral', *Physiology*, 32(4), pp. 264–265. Available at: <https://doi.org/10.1152/physiol.00014.2017>.
- Sui, H. *et al.* (2024) 'The reciprocity of skeletal muscle and bone: an evolving view from mechanical coupling, secretory crosstalk to stem cell exchange', *Frontiers in Physiology*, 15(March), pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1349253>.
- Thompson P, S.A. (2009) 'Maximizing nursing productivity: the benefits of improved collaboration between nursing and support services: building a stronger collaboration between nurses and support services personnel can have positive financial and quality implications for hospital', *Healthcare Financial Manage 2009*;, 63(1), pp. 76–83.
- Thomson, A. (1919) 'The ripe human Graafian follicle, together with some suggestions as to its mode of rupture.', *Journal of Anatomy*, 54(Pt 1), 1. [Preprint], (23).
- Townsend, N. *et al.* (2022) 'Epidemiology of cardiovascular disease in Europe', *Nature Reviews Cardiology*, 19(2), pp. 133–143. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41569-021-00607-3>.
- Valencia-Montoya, W.A., Pierce, N.E. and Bellono, N.W. (2024) 'Evolution of Sensory Receptors', *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 40(1), pp. 353–379. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-cellbio-120123-112853>.

- Wang, Y. (2013) 'Formal models and cognitive mechanisms of the human sensory system.', *International Journal of Software Science and Computational Intelligence (IJSSCI)*, 5(3), pp. 55-75.
- Whitmore, I. (1999) 'Terminologia anatomica: New terminology for the new anatomist', *Anatomical Record*, 257(2), pp. 50-53. Available at: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0185\(19990415\)257:2<50::AID-AR4>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0185(19990415)257:2<50::AID-AR4>3.0.CO;2-W).
- Wicher, D. (2010) 'Design principles of sensory receptors', *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 4(JUL), pp. 1-3. Available at: <https://doi.org/10.3389/fncel.2010.00025>.
- Wilmsen, S. and Kost, C. (2025) 'Defining Organismality', *Biological Theory*, 20(1), pp. 54-70. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13752-024-00486-0>.
- Zubizarreta, M.E., Xiao, S. and Carolina, S. (2021) 'Bioengineering models of female reproduction', 3(3), pp. 237-251. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42242-020-00082-8>.Bioengineering.


PROFIL PENULIS



dr. Lessyana Yulita

Penulis kelahiran Banjarmasin, 24 Juli 1987, anak ketiga dari pasangan Bapak H. Daud Dukut Tamadji dan Ibu Hj. Rita, saat sekolah berdomisili di Kota Banjarbaru, saat ini telah menikah, mempunyai dua orang anak dan menetap di Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN Banjarbaru 1 (lulus tahun 1999), SMPN 1 Banjarbaru (lulus tahun 2002), SMAN 1 Banjarbaru (lulus tahun 2005). Penulis melanjutkan Pendidikan Kedokteran Umum di Universitas Muhammadiyah Malang tahun 2005 dan menyelesaikan Profesi Dokter tahun 2012. Penulis saat ini bekerja sebagai ASN di Puskesmas Banjarmasin Indah Kota Banjarmasin. Penulisan buku ini adalah pengalaman pertama bagi penulis, semoga bermanfaat untuk semuanya.

Email Penulis: yulitalessyana24@gmail.com



BAB 2

ORGANISASI

STRUKTUR TUBUH

MANUSIA

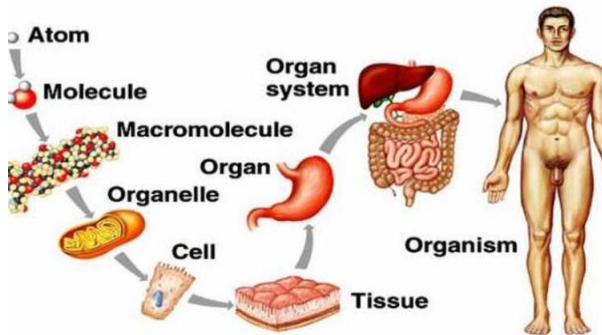
Ns. Mochamad Robby Fajar Cahya, S.Kep., MSN., M.M
Universitas Binawan Jakarta



Konsep Organisasi Struktur Tubuh

Tubuh manusia merupakan masterpiece biologis yang terdiri dari hierarki organisasi struktural yang kompleks dan saling terintegrasi. Proses kehidupan tubuh manusia dipertahankan pada beberapa tingkatan organisasi struktural yang meliputi kimia, seluler, jaringan, organ, sistem organ, dan tingkat organisme. Pemahaman mendalam tentang organisasi struktur ini menjadi fondasi esensial bagi profesi keperawatan, karena memungkinkan perawat untuk memahami kompleksitas tubuh dari perspektif mikroskopis hingga makroskopis (Tortora & Derrickson, 2017).

Konsep organisasi struktur tubuh tidak hanya relevan untuk memahami anatomi dan fisiologi dalam kondisi sehat, tetapi juga menjadi dasar untuk mengidentifikasi perubahan patologis dan merencanakan intervensi keperawatan yang tepat. Setiap tingkatan organisasi memiliki karakteristik unik yang berkontribusi pada fungsi tubuh secara keseluruhan, dan gangguan pada satu tingkatan dapat berdampak cascading pada tingkatan lainnya (Marieb & Hoehn, 2019).



Gambar 2.1: Hierarki Organisasi Struktur Tubuh Manusia - Diagram piramidal menunjukkan profesi dari atom → molekul → sel → jaringan → organ → sistem organ → organisme

Dalam konteks keperawatan modern, pemahaman tentang organisasi struktur tubuh memungkinkan perawat untuk memberikan asuhan yang holistik dan *evidence-based*. Pengetahuan ini menjadi dasar untuk pengkajian yang akurat, diagnosis keperawatan yang tepat, dan implementasi intervensi yang efektif (Silverthorn, 2019).

inflamasi, proliferasi, dan *remodeling* melibatkan koordinasi berbagai jenis sel untuk meregenerasi arsitektur jaringan sedekat mungkin dengan kondisi aslinya (Thompson et al., 2023).

Aplikasi dalam Praktik Keperawatan Holistik

1. Pengkajian Keperawatan Berbasis Struktur-Fungsi

Pemahaman organisasi struktur tubuh memungkinkan perawat melakukan pengkajian yang sistematis dan komprehensif. Pengkajian fisik menggunakan inspeksi, palpasi, perkusi, dan auskultasi untuk mengevaluasi struktur dan fungsi sistem organ. Temuan abnormal dapat mengindikasikan gangguan pada berbagai tingkatan organisasi (Johnson et al., 2022).

Pengkajian kardiovaskular meliputi evaluasi detak jantung, ritme, bunyi jantung, denyut nadi perifer, dan indikator perfusi. Abnormalitas dapat mengindikasikan gangguan pada tingkat seluler (kardiomiopati), jaringan (penyakit katup), organ (gagal jantung), atau sistem (syok) (Davis et al., 2021).

Pengkajian respirasi mencakup evaluasi laju, kedalaman, upaya, bunyi napas, dan efisiensi pertukaran gas. Temuan dapat menunjukkan gangguan ventilasi (masalah struktural) atau perfusi (masalah vaskular) yang memengaruhi oksigenasi seluler (Lee et al., 2022).

2. Diagnosis Keperawatan dan Struktur Tubuh

Diagnosis keperawatan seringkali berkaitan dengan gangguan struktur-fungsi pada berbagai tingkatan. "Pertukaran Gas Terganggu" dapat terkait dengan gangguan membran alveolar-kapiler, "Penurunan Curah Jantung" terkait dengan gangguan kontraktilitas otot jantung, "Integritas Kulit Terganggu" terkait dengan gangguan fungsi barier epitel (Garcia et al., 2023).

Memahami patofisiologi yang mendasari membantu perawat mengidentifikasi faktor risiko, perjalanan yang diharapkan, dan intervensi yang tepat. Misalnya, pemahaman tentang perkembangan ulkus akibat tekanan dari iskemia seluler hingga nekrosis jaringan memungkinkan strategi pencegahan yang efektif (Zhang et al., 2022).

3. Intervensi Keperawatan Multi-Level

Intervensi keperawatan dapat menargetkan berbagai tingkatan organisasi tubuh. Dukungan nutrisi memengaruhi tingkat molekuler (sintesis protein), seluler (metabolisme sel), dan sistem (penyembuhan luka). Terapi olahraga memengaruhi tingkat seluler (fungsi mitokondria), jaringan (kekuatan otot), dan sistem (kebugaran kardiovaskular) (Brown et al., 2021).

Manajemen nyeri dapat melibatkan intervensi pada tingkat molekuler (analgesik), seluler (blok saraf), jaringan (terapi panas/dingin), dan sistem (teknik relaksasi). Pendekatan holistik mengakui bahwa pengalaman nyeri melibatkan berbagai sistem tubuh dan faktor psikososial (Wang et al., 2023).

4. Evaluasi *Outcomes* Berbasis *Evidence*

Evaluasi efektivitas intervensi keperawatan menggunakan indikator pada berbagai tingkatan organisasi. Nilai laboratorium mencerminkan perubahan molekuler dan seluler, tanda-tanda vital mencerminkan fungsi organ dan sistem, sedangkan status fungsional mencerminkan tingkat organisme (Anderson et al., 2023).

Pemantauan tren daripada nilai-nilai yang terisolasi memberikan wawasan tentang lintasan pemulihan atau kemunduran. Memahami variasi normal dan mekanisme kompensasi membantu menafsirkan temuan secara akurat dan membuat keputusan klinis yang tepat (Thompson et al., 2022).

Kesimpulan

Organisasi struktur tubuh manusia adalah hierarki kompleks yang menunjukkan integrasi yang luar biasa dari tingkat molekuler hingga organisme. Setiap tingkatan, yaitu kimia, seluler, jaringan, organ, dan sistem organ, memiliki karakteristik unik namun berkontribusi pada fungsi tubuh secara keseluruhan melalui mekanisme homeostasis yang canggih.

Prinsip fundamental bahwa struktur menentukan fungsi berlaku pada semua tingkatan organisasi dan menjadi dasar untuk memahami kondisi normal maupun patologis. Integrasi antar tingkatan melalui mekanisme umpan balik memungkinkan tubuh beradaptasi dengan

perubahan internal dan eksternal sambil mempertahankan stabilitas yang diperlukan untuk kehidupan.

Dalam konteks keperawatan modern, pemahaman mendalam tentang organisasi struktur tubuh sangat penting untuk praktik yang aman, efektif, dan berbasis bukti. Pengetahuan ini memungkinkan perawat untuk melakukan penilaian yang komprehensif, mengembangkan diagnosis yang akurat, menerapkan intervensi yang tepat, dan mengevaluasi hasil yang berarti.

Era pengobatan yang dipersonalisasi dan keperawatan presisi menuntut pemahaman yang semakin mendalam tentang variasi individu dalam struktur dan fungsi tubuh. Integrasi genomik, proteomik, dan teknologi pencitraan canggih akan terus memperluas pemahaman kita tentang organisasi tubuh manusia dan meningkatkan kemampuan kita untuk memberikan perawatan yang individual.

Arah masa depan dalam pendidikan dan praktik keperawatan harus terus menekankan pentingnya pengetahuan dasar tentang organisasi struktur tubuh sambil mengintegrasikan teknologi dan modalitas terapi yang muncul. Pendekatan holistik yang mengakui kompleksitas dan keterhubungan sistem tubuh akan tetap menjadi ciri khas perawatan keperawatan yang unggul.

Daftar Pustaka

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2022). *Molecular biology of the cell* (7th ed.). W. W. Norton & Company.
- Anderson, K. M., Thompson, R. J., & Wilson, S. L. (2023). Cellular structure-function relationships in human physiology. *Journal of Applied Physiology*, 45(3), 234-247.
- Brown, J. A., Davis, M. K., & Taylor, P. R. (2021). Neural tissue organization and function in health and disease. *Neuroscience Reviews*, 28(4).
- Chen, L., Wang, Y., & Zhang, M. (2022). Metabolic regulation and homeostasis in clinical practice. *Clinical Metabolism Journal*, 19(7), 523-538.
- Chen, R., Liu, X., & Kim, S. (2023). Smooth muscle physiology in health and disease. *Smooth Muscle Research*, 24(6), 389-405.
- Davis, L. M., Johnson, K. P., & Martinez, A. R. (2021). Integrated organ system function in human physiology. *Physiological Systems*, 12(2), 78-92.
- Garcia, M. E., Rodriguez, P. K., & Silva, A. B. (2023). Epithelial tissue function in nursing practice applications. *Tissue Biology in Nursing*, 15(4), 267-283.
- Garcia, S. M., Wilson, T. L., & Roberts, D. J. (2022). Wound healing mechanisms: From cellular to tissue level organization. *Wound Management Journal*, 18(3), 156-171.
- Hall, J. E., & Hall, M. E. (2021). *Guyton and Hall textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.
- Johnson, R. K., Lee, S. H., & Brown, C. M. (2022). Organ structure and specialized functions in human anatomy. *Anatomical Sciences*, 35(4), 312-328.
- Kierszenbaum, A. L., & Tres, L. L. (2020). *Histology and cell biology: An introduction to pathology* (5th ed.). Elsevier.

- Kumar, V., Abbas, A. K., & Aster, J. C. (2021). Robbins basic pathology (10th ed.). Elsevier.
- Lee, H. J., Garcia, M. P., & Thompson, K. L. (2022). Muscle physiology and clinical nursing applications. *Clinical Muscle Science*, 31(8), 445-461.
- Lee, S. Y., Park, J. H., & Wang, L. (2023). Fluid and electrolyte homeostasis in critical care nursing. *Critical Care Physiology*, 17(5), 334-349.
- Li, X., Wang, Y., & Chen, Z. (2022). Connective tissue diversity and function in human body organization. *Tissue Engineering Reviews*, 16(7), 589-604.
- Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2019). Human anatomy and physiology (11th ed.). Pearson.
- Martinez, A. L., Thompson, K. R., & Johnson, P. M. (2022). Homeostatic mechanisms in human physiology: Integration and control. *Homeostasis Research*, 14(6), 345-360.
- Martinez, C. R., Davis, P. L., & Wilson, J. K. (2021). Cardiovascular physiology in nursing practice. *Cardiovascular Nursing Research*, 28(9), 678-694.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A. S., & White, L. E. (2018). Neuroscience (6th ed.). Sinauer Associates.
- Roberts, A. M., Johnson, L. K., & Brown, S. T. (2021). Structure-function relationships in organ system design. *Comparative Physiology*, 8(9), 678-692.
- Robinson, S. R., Davis, M. L., & Chen, Y. (2022). Neuronal communication and synaptic transmission. *Neural Communication*, 33(7), 412-428.
- Ross, M. H., & Pawlina, W. (2020). Histology: A text and atlas with correlated cell and molecular biology (8th ed.). Wolters Kluwer.
- Sherwood, L. (2019). Human physiology: From cells to systems (9th ed.). Cengage Learning.

- Silverthorn, D. U. (2019). *Human physiology: An integrated approach* (8th ed.). Pearson.
- Standring, S. (2021). *Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice* (42nd ed.). Elsevier.
- Taylor, R. J., Wilson, K. M., & Brown, A. L. (2021). Glial cell function in health and neurological disease. *Glia Research*, 45(12), 789-805.
- Thompson, P. J., Martinez, R. L., & Davis, K. M. (2022). Cellular transport mechanisms in clinical applications. *Cell Transport Reviews*, 19(6), 445-462.
- Thompson, S. A., Garcia, L. M., & Wilson, P. K. (2023). Tissue repair and regeneration in nursing practice. *Regenerative Medicine in Nursing*, 12(3), 189-205.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2017). *Principles of anatomy and physiology* (15th ed.). John Wiley & Sons.
- Wang, L., Zhang, M., & Liu, Q. (2021). Muscle tissue organization and contractile mechanisms in human physiology. *Muscle Research Journal*, 19(8), 512-527.
- Wang, Y., Li, X., & Chen, R. (2023). Thermoregulation and homeostatic control mechanisms. *Temperature Regulation*, 8(4), 234-249.
- Wilson, K. R., Thompson, S. J., & Anderson, M. L. (2022). Renal physiology and nephron function in health and disease. *Kidney Research*, 67(11), 2234-2251.
- Wilson, P. T., Davis, A. K., & Martinez, L. R. (2023). Mitochondrial function and cellular energy metabolism in aging. *Aging Cell Biology*, 22(5), 167-183.
- Zhang, M., Wang, L., & Liu, P. (2022). Tissue regeneration and repair mechanisms in wound healing. *Wound Repair and Regeneration*, 30(4), 312-329.
- Zhang, Y., Li, W., & Chen, R. (2022). Lipid metabolism and membrane biology in clinical practice. *Lipid Research*, 63(8), 445-462.

PROFIL PENULIS



Ns. Mochamad Robby Fajar Cahya, S.Kep., MSN., M.M

Sebagai Dosen Keperawatan di Fakultas Keperawatan Universitas Binawan Jakarta, saya membawa pengalaman komprehensif yang menggabungkan keahlian akademis dengan praktik klinis internasional selama lebih dari dua dekade. Perjalanan pendidikan dimulai dari Akademi Keperawatan Persada Husada Indonesia Jakarta (2000-2003), dilanjutkan S1 Keperawatan dan Ners di FIK Universitas Indonesia (2005-2007). Spesialisasi keperawatan kritis diperoleh melalui MSN Critical Care Nursing di Middle East University FZE – United Arab Emirate (UAE) (2014-2017), kemudian Master Kesehatan Kerja dan Lingkungan di Universitas Sahid (2018-2021). Saat ini menempuh PhD Nursing di Philippine Women's University.

Pengalaman 12 tahun bekerja di Ministry of Health Kuwait pada Mubarak Al Kabeer Hospital dan Sabah Al Ahmad Urology Hospital memperkaya perspektif tentang standar pelayanan kesehatan global. Sebagai dosen, mengampu mata kuliah Medikal Bedah, Keperawatan Kritis, Gawat Darurat, Entrepreneur Nursing, dan Keperawatan Dasar. Aktif sebagai Wakil Sekretaris PP HIPERCCI (Himpunan Perawat Critical Care Indonesia), berkontribusi dalam penelitian, pengabdian masyarakat, dan penulisan buku keperawatan. Dedikasi terhadap pengembangan profesi keperawatan Indonesia diwujudkan melalui integrasi standar internasional dengan konteks lokal dalam pendidikan dan praktik keperawatan.

Email Penulis: robby_alfajar@yahoo.com



BAB 3

SISTEM INTEGUMEN

dr. Riza Mazidu Sholihin, Sp.U.
Akafarma Sunan Giri Ponorogo



Pendahuluan

Sistem integumen merupakan salah satu sistem tubuh yang sangat penting, berfungsi sebagai pelindung utama tubuh dari berbagai ancaman eksternal, seperti infeksi, kerusakan fisik, serta kehilangan cairan tubuh. Sistem integumen berfungsi untuk membedakan, memisahkan, dan memberi informasi mengenai lingkungan sekitar kita. Sistem ini terdiri dari kulit, rambut, kuku, dan kelenjar-kelenjar (keringat dan sebaceous) yang tersebar di seluruh tubuh, yang bekerja secara sinergis untuk menjaga homeostasis tubuh. Sebagai organ terbesar, kulit memiliki peran vital dalam mempertahankan integritas fisik tubuh, serta berperan dalam proses termoregulasi dan persepsi sensorik (Edmonson & Davis., 2019; Guyton, A.C., Hall, 2016; Sherwood, 2016).

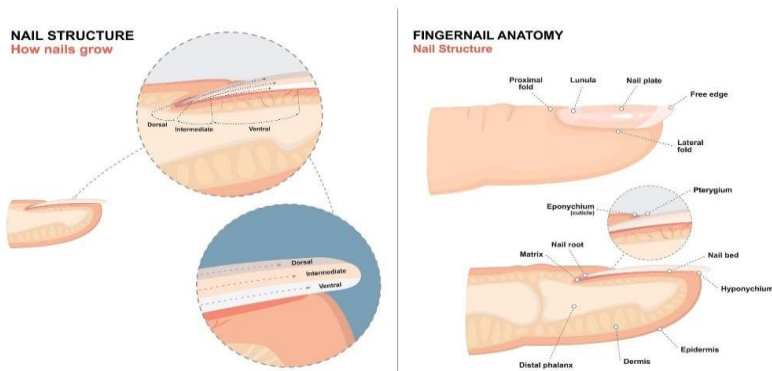
Salah satu karakteristik utama sistem integumen adalah kemampuannya untuk memperbaiki diri sendiri jika terjadi kerusakan yang tidak terlalu serius, serta berperan sebagai *barrier* untuk membatasi antara lingkungan eksternal dan internal tubuh. Kulit sebagai komponen utama dari sistem integumen terbagi menjadi dua lapisan yaitu epidermis dan dermis, yang masing-masing memiliki fungsi spesifik dalam melindungi tubuh dari berbagai risiko lingkungan (Edmonson & Davis., 2019; Guyton, A.C., Hall, 2016; Sherwood, 2016).

Rambut dan kuku merupakan struktur yang tumbuh dari kulit, namun sering dianggap sebagai pelengkap. Meskipun keduanya tidak langsung berhubungan dengan fungsi perlindungan utama, rambut berperan dalam melindungi kulit dari paparan sinar matahari, serta membantu dalam termoregulasi dengan memerangkap panas tubuh. Rambut juga memiliki fungsi sensorik, memberikan sinyal ketika ada perubahan lingkungan sekitar. Kuku, di sisi lain, berfungsi untuk melindungi ujung jari, serta berperan dalam membantu individu dalam melakukan kegiatan seperti meraba atau memanipulasi objek (Edmonson & Davis., 2019; Guyton, A.C., Hall, 2016; Sherwood, 2016).

Kelenjar yang terletak pada sistem integumen, termasuk kelenjar keringat dan kelenjar sebaceous (minyak), juga memainkan peran dalam menjaga keseimbangan tubuh. Kelenjar keringat berperan dalam pengaturan suhu tubuh, sementara kelenjar sebaceous

di matriks ini membelah dan mengalami keratinisasi, menghasilkan keratin yang membentuk lempeng kuku keras (De Berker, 2013; Johnson et al., 2023). Sel-sel yang lebih tua kemudian terdorong keluar, membentuk kuku yang terlihat pada ujung jari (Gambar 3.6).

Selain sebagai pelindung untuk ujung jari, kuku juga berfungsi untuk meningkatkan sensitivitas jari, memudahkan pencengkeraman objek, dan membantu dalam kegiatan sehari-hari seperti mengetik atau memegang benda. Selama proses pertumbuhannya, kuku juga berperan dalam kesehatan tubuh secara keseluruhan, karena perubahan pada kuku sering kali menjadi indikasi dari masalah kesehatan yang mendasari. Kuku yang sehat akan tumbuh dengan kecepatan tertentu, dan dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, nutrisi, serta kondisi medis (Guyton, A.C., Hall, 2016; Sherwood, 2016).



Gambar 3.6: Pertumbuhan Kuku

Sumber: (Nails, 2025)

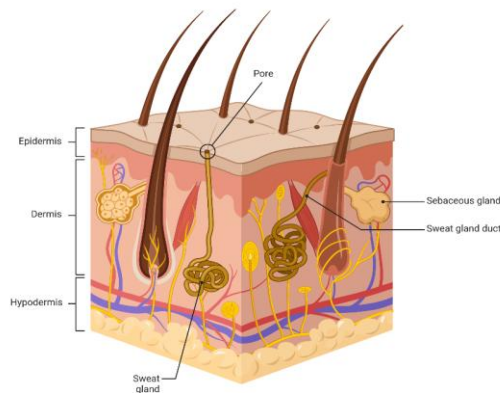
Kelenjar

Lipatan epidermis yang menembus dermis membentuk kelenjar eksokrin kulit, seperti kelenjar keringat, sebacea, dan folikel rambut (Gambar 1.7). Kulit memiliki dua jenis kelenjar keringat: ektrin dan apokrin. Kelenjar ektrin tersebar di seluruh kulit dan mengeluarkan sekresi cair langsung ke permukaan, sedangkan kelenjar apokrin mengarah ke folikel rambut. Kelenjar ektrin mengeluarkan sekresinya

melalui sitoplasma sel tanpa merusak dinding sel. Sementara itu, kelenjar keringat apokrin mengeluarkan sekret dengan cara merusak dinding selnya, menyebabkan sel kelenjar menjadi rusak di bagian apex (puncaknya) (Guyton, A.C., Hall, 2016; Sherwood, 2016).

Pengeluaran keringat membantu dalam mengeliminasi panas pada kulit dan berperan penting untuk termoregulasi. Jumlah keringat yang dihasilkan dipengaruhi oleh suhu lingkungan, intensitas aktivitas fisik yang menghasilkan panas, serta faktor emosional, seperti kecemasan, yang dapat memicu peningkatan produksi keringat. Kelenjar sebacea memproduksi sebum, zat berminyak yang disekresikan ke dalam folikel rambut dan kemudian menuju permukaan kulit. Sebum terdiri dari kolesterol, trigliserida, dan sisa-sisa sel. Fungsi utama sebum adalah untuk melembapkan rambut serta lapisan kulit luar yang berkeratin, memberikan perlindungan kepad air, dan mencegah kulit dari kekeringan atau keretakan (Guyton, A.C., Hall, 2016; Sherwood, 2016).

Pada masa remaja, kelenjar sebacea cenderung lebih aktif, yang menyebabkan kulit pada usia ini lebih berminyak. Kelenjar sebacea termasuk dalam jenis kelenjar holokrin, di mana sekresi kelenjarnya terbentuk melalui proses apoptosis sel-sel kelenjar. Sel-sel yang mengalami apoptosis akan rusak, dan bersama dengan sekresi yang ada dalam sitoplasmanya, membentuk produk yang dikeluarkan oleh kelenjar tersebut (Guyton, A.C., Hall, 2016; Sherwood, 2016).



Gambar 3.7. Struktur Kelenjar

Sumber : (Yousef et al., 2024)

Daftar Pustaka

- Brito, S., Baek, M., & Bin, B. H. (2024). Skin Structure, Physiology, and Pathology in Topical and Transdermal Drug Delivery. *Pharmaceutics* 2024, Vol. 16, Page 1403, 16(11), 1403. <https://doi.org/10.3390/PHARMACEUTICS16111403>
- Capillus. (2025, January 1). *Understanding Hair Growth Stages*. Capillus. https://www.capillus.com/blogs/all/understanding-hair-growth-stages?srsId=AfmBOorTY2OY-LaM7ICLphx--i_0i9KtX36PzvdK0myN0im-U5kuAsVu
- Cleveland Clinic. (2025, January 1). *Nail Matrix: What It Is, Function, Damage & Conditions*. Cleveeland. <https://my.clevelandclinic.org/health/body/24734-nail-matrix>
- De Berker, D. (2013). Nail anatomy. *Clinics in Dermatology*, 31(5), 509–515. <https://doi.org/10.1016/J.CLINDERMATOL.2013.06.006>
- Edmonson, K. G., & Davis, K. J. (2019). *Fitzpatrick's Dermatology* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Erdoğan, B. (2017). Anatomy and Physiology of Hair. *Hair and Scalp Disorders*. <https://doi.org/10.5772/67269>
- Guyton, A.C., Hall, J. E. (2016). *Textbook of Medical Physiology* (13th ed.). Elsevier.
- Hoover, E., Alhaji, M., & Flores, J. L. (2023). Physiology, Hair. *StatPearls*.
- Johnson, C., Sinkler, M. A., & Schmieder, G. J. (2023). Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Nails. *StatPearls [Internet]*.
- Kim, J. Y., & Dao, H. (2023). Physiology, Integument. *StatPearls*.
- Lopez-Ojeda, W., Pandey, A., Alhaji, M., & Oakley, A. M. (2022). Anatomy, Skin (Integument). *StatPearls*.
- Lotfollahi, Z. (2024). The anatomy, physiology and function of all skin layers and the impact of ageing on the skin. *Wound Practice and Research*, 32(1), 6–10. <https://doi.org/10.33235/WPR.32.1.6-10>
- Martel, J. L., Miao, J. H., Badri, T., & Fakoya, A. O. (2024). Anatomy, Hair Follicle. *StatPearls*.
- Nails. (2025, January 1). *Nail Anatomy & Terms*. Nails. <https://10freelife.com/pages/nail-anatomy-terms>
- Nursing Hero. (2025). *Hair and Nails*. Nursing Hero. <https://www.nursinghero.com/study-guides/cuny-csi-ap->

1/hair-and-nails

Sherwood, L. (2016). *Human Physiology From Cells to System* (9th ed., pp. 535–561). Cengage Learning.

Yousef, H., Alhajj, M., Fakoya, A. O., & Sharma, S. (2024). Anatomy, Skin (Integument), Epidermis. *StatPearls*.

PROFIL PENULIS



dr. Riza Mazidu Sholihin, Sp.U

Penulis saat ini menjadi pengajar di Akademi Farmasi dan Makanan (AKAFARMA) Sunan Giri Ponorogo dan Dokter pendidik Klinis di RSUD Dr Harjono Ponorogo. Selain itu penulis juga bekerja di RSU Muslimat Ponorogo dan aktif di kegiatan sosial bersama LKNU dan Banser Husada.



BAB 4

SISTEM SKELETAL

Ns. Aprillia Veranita, S.Kep., M.Kep., Sp. Kep, M.B.



Pengertian Tulang dan Fungsi Sistem Rangka

Tulang adalah organ padat yang tampak putih kemerahan di bagian luar dan merah tua di bagian dalam saat masih segar. Pada dasarnya, tulang terdiri dari dua jenis, tulang kompak dan tulang kancellus. Tulang kortikal menyumbang sekitar 80% dari massa rangka, tetapi kurang aktif secara metabolik dibandingkan tulang trabekular. Jumlah tulang kompak relatif. Kekuatan dan fleksibilitasnya, masing-masing, di lokasi tertentu (Baig, A, 2023)

Vertebrata memiliki struktur kerangka yang kompleks, terbentuk dari tulang dan kartilago. Pada manusia dewasa, kerangka terdiri dari 206 tulang, yang terbagi menjadi 126 tulang apendikular, 74 tulang aksial, dan enam tulang yang berfungsi dalam pendengaran (Poduval, 2025);(Anderson, W, 2024).

Sistem rangka ini memiliki berbagai peran penting seperti: Memberikan dukungan struktural dan melindungi organ-organ internal; Sebagai ruang untuk sumsum tulang dan sel-sel darah; Tempat melekatnya otot untuk mendukung gerakan; Sebagai cadangan kalsium dan fosfat dan Berfungsi sebagai organ endokrin (Su *et al.*, 2019) ;(Poduval, 2025).

Selain berperan terhadap bentuk dan wujud tubuh, tulang kita menjalankan beberapa fungsi tubuh yang penting: Pelindung: Melindungi organ-organ vital seperti otak, sumsum tulang belakang, jantung, dan paru-paru. Penopang: Menopang berat tubuh dan memberikan struktur dasar untuk tubuh. Penyangga: Menjadi tempat melekatnya otot-otot yang memungkinkan pergerakan tubuh. Penyimpanan: Menyimpan mineral seperti kalsium yang penting untuk kesehatan tulang. Produksi Sel Darah: Sumsum tulang belakang dalam tulang aksial berperan dalam produksi sel darah merah. Rangka aksial, bersama dengan rangka apendikular (tulang anggota gerak), membentuk sistem rangka lengkap yang memungkinkan tubuh berfungsi secara optimal (Su *et al.*, 2019); (Chang dan Liu, 2022); (Poduval, 2025);(Šromová, Sobola dan Kaspar, 2023);(Baig, A, 2023).

Rangka dibagi menjadi dua bagian lagi: rangka aksial, yang terdiri dari tulang-tulang yang membentuk poros panjang tubuh, dan rangka apendikular, yang mencakup tulang-tulang pada ekstremitas serta pinggang (Vedantu, 2025).

Nama Tulang	Fungsinya
	(proksimal, tengah, dan distal), kecuali ibu jari yang hanya memiliki dua falang (proksimal dan distal).

Sumber : (ASSH, 2025)

4. Tulang-tulang Panggul

Tulang panggul, adalah sekelompok tulang yang membentuk panggul, struktur berbentuk cekungan yang menghubungkan tulang belakang ke tungkai bawah. Tulang-tulang ini meliputi ilium, iskiun, dan pubis (yang menyatu membentuk tulang pinggul), beserta sakrum dan koksigis. Tulang panggul menopang berat tubuh bagian atas, melindungi organ panggul, dan memungkinkan pergerakan (Lui, 2023).

Tabel 4.7: Rincian Komponen Tulang Panggul

Komponen Tulang	Fungsinya
Tulang Pinggul (<i>Hip Bone</i>)	Setiap tulang pinggul dibentuk oleh penyatuan ilium, iskiun, dan pubis. Pada masa kanak-kanak, tulang-tulang ini terpisah, tetapi menyatu saat pubertas.
Sakrum (<i>Sacrum</i>)	Sakrum adalah tulang segitiga yang terletak di pangkal tulang belakang, terhubung ke ilium pada sendi sakroiliaka
Tulang ekor (<i>Coccyx</i>)	Tulang ekor, atau tulang ekor, adalah tulang kecil di bagian bawah sakrum.
Simfisis Pubis	Kedua tulang pinggul terhubung satu sama lain di bagian anterior pada simfisis pubis, suatu sendi tulang rawan.
Acetabulum	Acetabulum merupakan soket pada sisi lateral tulang pinggul tempat kepala femur (tulang paha) menempel, membentuk sendi pinggul.
Foramen Obturator	Ini adalah lubang besar pada tulang pinggul, dibentuk oleh iskiun dan pubis, yang memungkinkan saraf dan pembuluh darah melewatinya.
Krista Iliac (<i>Iliac Crest</i>)	Batas atas ilium, yang merupakan tonjolan tulang yang menonjol.
	Takik Skiatika Besar (<i>Greater Sciatic Notch</i>): Lekukan besar pada ilium yang menyediakan jalan bagi saraf dan pembuluh darah.

Sumber : (Lui, 2023)

Tulang Anggota Tubuh Bagian Bawah (*lower Limbs*)

Anggota tubuh bagian bawah, juga dikenal sebagai ekstremitas bawah, adalah kaki dan telapak kaki, memanjang dari pinggul hingga jari kaki. Terdiri dari paha, tungkai, dan telapak kaki. Anggota tubuh bagian bawah sangat penting untuk mobilitas, memberikan dukungan, dan memungkinkan gerakan seperti berjalan dan berdiri (Rad, 2023);(TeachMe Anatomy, 2025)

Tabel 4.8: Anatomi Anggota Gerak Bagian Bawah

Anggota Gerak	Fungsinya
Paha	Daerah antara pinggul dan lutut, yang berisi tulang paha.
Kaki	Daerah antara lutut dan pergelangan kaki, berisi tulang kering (tibia) dan tulang betis
Kaki bagian distal	Bagian distal tungkai bawah, terdiri atas pergelangan kaki, bagian tengah telapak kaki, dan jari-jari kaki.
Panggul	Sendi yang menghubungkan tungkai bawah dengan panggul.
Lutut	Sendi yang menghubungkan paha dan kaki, berisi patela (tempurung lutut).
Pergelangan Kaki	Sendi yang menghubungkan tungkai dan kaki.

Sumber: (Rad, 2023)

Tabel 4.9: Antomi Tulang Tubuh Bagian Bawah

Tulang	Nama lain
Femur	Tulang paha
Tibia	Tulang kering
Fibula	Tulang yang lebih kecil di tungkai bawah
Patela	Tempurung lutut
Tarsal	Tulang pergelangan kaki
Metatarsal	Tulang kaki
Falang	Tulang jari kaki

Sumber : (Rad, 2023)

Fungsi anggota tubuh bagian bawah penting untuk:

1. Mobilitas: Berjalan, berlari, melompat, dan gerakan lainnya.
2. Dukungan: Menopang beban tubuh.
3. Stabilitas: Menjaga keseimbangan dan postur tubuh.
4. Perlindungan: Melindungi struktur di bawahnya.

Daftar Pustaka

- Aghoghovwia (2023) "Thoracic cage," *KEN HUB*, 6 Juni. Tersedia pada: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/thoracic-cage>.
- Anderson, W, etal (2024) "Anatomy, Appendicular Skeleton," *StatPearls Publishing LLC*, 21 April. Tersedia pada: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535397/>.
- Andrew, W. (2025) "human skeleton anatomy," *Britannica*, 8 Juli. Tersedia pada: <https://www.britannica.com/science/human-skeleton>.
- ASSH (2025) *Handcare The Upper Extrimity Expert*. America. Tersedia pada: <https://www.assh.org/handcare/safety/bones>.
- Baig, A, M. (2023) "Histology, Bone," *StatPearls Publishing LLC*, 1 Mei. Tersedia pada: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541132/>.
- Garg,Rohin, et.al. (2025) "Anatomy, Head and Neck: Hyoid Bone," *National Library of Medicine*, 3 Mei. Tersedia pada: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539726/>.
- Iuliis, G. De (2011) "CHAPTER 5 - The Mudpuppy, Axial Skeleton," *The Dissection of Vertebrates (Second Edition)*, *ScienceDirect*, 89–125. Tersedia pada: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375060-0.00005-X>.
- Jones, O. (2025) "Tulang Belakang," *TeachMe Anatomy*, 6 Januari. Tersedia pada: <https://teachmeanatomy.info/back/bones/vertebral-column/>.
- Lui, M.D.B.F. (2023) "Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Pelvic Bones," *StatPearls Publishing LLC*, 24 Juli. Tersedia pada: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551580/>.
- Parwar, Jahan, B. (2024) "Facial Bone Anatomy," *Medscape*, 11 Desember. Tersedia pada: <https://emedicine.medscape.com/article/835401-overview>.
- Petel, Mihir, A, Matthew, V. (2025) "Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Forearm Bones," *StatPearls Publishing LLC*, 20 Juni.

- Poduval, M. (2025) "Skeletal System Anatomy in Adults," *WebMD LLC*, 18 Maret. Tersedia pada: <https://emedicine.medscape.com/article/1899233-overview#:~:text=The bony skeleton is divided,the bones of the extremities.>
- Rad, A. (2023) "Lower limb anatomy," *KEN HUB*, 11 September. Tersedia pada: [https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/lower-extremity-anatomy.](https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/lower-extremity-anatomy)
- Su, N. *et al.* (2019) "Bone function, dysfunction and its role in diseases including critical illness," *International Journal of Biological Sciences*, 15(4), hal. 776–787. Tersedia pada: [https://doi.org/10.7150/ijbs.27063.](https://doi.org/10.7150/ijbs.27063)
- TeachMe Anatomy (2025) "The Lower Limb," *TeachMe Anatomy*. Tersedia pada: [https://teachmeanatomy.info/lower-limb/.](https://teachmeanatomy.info/lower-limb/)

PROFIL PENULIS



Ns. Aprillia Veranita, S.Kep., M.Kep., Sp.Kep.M.B.

Penulis menyelesaikan pendidikan Spesialis Keperawatan Medikal Bedah Kekhususan Sistem Muskuloskeletal di Universitas Indonesia dan berhasil lulus tahun 2022. Menyelesaikan pendidikan S2 Keperawatan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Sint Carolus Jakarta lulus tahun 2016. Pendidikan S1 Keperawatan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Sint Carolus Jakarta lulus tahun 2011. Sebagai Dosen Tetap Keperawatan STIKes Mitra Keluarga (2017-2024). Menjadi koordinator DIKLAT RS. Mitra Keluarga Cikarang- RS. Mitra Keluarga Bekasi Timur (2011-2014). Sebagai *Staff nurse*, RS Mitra Keluarga Bekasi Barat (1997-2010).

Penulis memiliki kepakaran dibidang Keperawatan Medikal Bedah. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti dibidang kepakarannya tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi dan juga Kemenristek DIKTI. Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang sangat tercinta ini. Buku yang ditulis kekhususan sistem muskuloskeletal : Osteoarthritis dan *Total Knee Arthroplasty Dengan Pendekatan Teori Keperawatan| Spinal Cord Injury; Hidup Dengan Cedera Tulang Belakang| Reumatoid Arthritis| Sistemik Lupus Eritematosus| Sistem Skeletal*

Email Penulis: aprilliaveranita@gmail.com



BAB 5

SISTEM OTOT

Dr. Ir. Andri Kusmayadi, M.Sc., IPM., ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Perjuangan Tasikmalaya



Definisi dan Karakteristik Sistem Otot

Sistem otot adalah salah satu sistem utama dalam tubuh manusia yang terdiri atas jaringan otot dan struktur terkait yang berfungsi menghasilkan gerakan, mempertahankan postur tubuh, serta mendukung berbagai aktivitas vital seperti bernapas, mengedarkan darah, dan proses metabolisme tertentu. Sistem otot bekerja secara terpadu dengan sistem rangka (*skeletal system*) dan sistem saraf (*nervous system*), sehingga tubuh manusia mampu melakukan gerakan sadar maupun gerakan otomatis yang berlangsung tanpa kendali langsung dari kesadaran.

Secara sederhana, otot dapat didefinisikan sebagai jaringan tubuh yang memiliki kemampuan kontraksi dan relaksasi. Kontraksi otot berarti pemendekan serabut otot sehingga menghasilkan gaya, sedangkan relaksasi adalah kembalinya otot ke keadaan semula setelah berkontraksi. Melalui kemampuan unik ini, sistem otot menjadi "mesin biologis" yang memungkinkan tubuh bergerak, dari gerakan sederhana seperti mengedipkan mata, hingga aktivitas kompleks seperti berlari, berenang, atau memainkan alat musik.

Sistem otot adalah sistem biologis yang kompleks dan vital bagi kehidupan manusia. Dengan kemampuan unik berupa kontraksi dan relaksasi, sistem otot memungkinkan tubuh untuk bergerak, mempertahankan postur, melaksanakan fungsi-fungsi vital, dan menjaga suhu tubuh. Tanpa sistem otot, manusia tidak akan mampu bergerak, bernapas, memompa darah, atau melakukan aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, menjaga kesehatan otot melalui olahraga teratur, asupan nutrisi yang cukup (protein, mineral, dan elektrolit), serta pola hidup sehat sangat penting untuk menunjang kualitas hidup.

Sistem otot merupakan salah satu sistem tubuh yang memiliki keunikan dibandingkan jaringan lainnya, karena kemampuannya untuk berkontraksi dan menghasilkan gerakan. Karakteristik ini berkaitan dengan struktur sel otot, fungsi fisiologis, serta mekanisme kerjanya. Karakteristik sistem otot mencakup kemampuan unik yang membedakannya dari jaringan tubuh lain, yaitu kontraksibilitas, iritabilitas, konduktivitas, ekstensibilitas, elastisitas, dan plastisitas. Selain itu, otot memiliki struktur sel yang khusus, bergantung pada

Gangguan pada Otot dan Pencegahannya

Sistem otot memiliki peran penting dalam pergerakan, postur, dan fungsi vital tubuh. Namun, otot dapat mengalami berbagai gangguan akibat faktor internal (genetik, metabolisme, degeneratif) maupun eksternal (trauma, infeksi, gaya hidup, kurang gizi). Gangguan ini dapat bersifat ringan hingga kronis yang mempengaruhi kualitas hidup seseorang. Berikut penjelasan lengkapnya:

1. Kram Otot (Muscle Cramp)

Kram otot terjadi ketika kontraksi otot yang mendadak, keras, dan tidak terkendali, biasanya berlangsung beberapa detik hingga menit. Penyebabnya adalah dehidrasi, kekurangan elektrolit (natrium, kalium, magnesium, kalsium), aktivitas fisik berlebihan, serta sirkulasi darah yang buruk. Gejala kram otot adalah rasa nyeri mendadak, otot terasa mengeras, sulit digerakkan. Pencegahannya adalah dengan minum cukup air, mengonsumsi makanan kaya mineral (pisang, susu, sayuran hijau), pemanasan sebelum olahraga, dan latihan peregangan secara rutin

2. Kelelahan Otot (Muscle Fatigue)

Kelelahan otot merupakan kondisi berkurangnya kemampuan otot untuk berkontraksi akibat penggunaan berlebihan. Penyebab kelelahan otot adalah olahraga terlalu intens, kekurangan energi (glikogen otot habis), kurang tidur, dan gangguan metabolisme. Gejala kelelahan otot adalah otot terasa lemah, nyeri, sulit digerakkan. Pencegahannya dengan istirahat yang cukup, pola makan seimbang, latihan fisik sesuai kemampuan, dan asupan protein yang cukup untuk pemulihan otot

3. Cedera Otot (Strain / Tarikan Otot)

Cedera otot ditandai dengan kerusakan serabut otot akibat peregangan atau kontraksi yang terlalu kuat. Penyebabnya adalah gerakan mendadak saat olahraga, pemanasan yang tidak memadai, beban fisik berlebihan. Gejala cedera otot adalah nyeri otot, pembengkakan, memar, kelemahan otot. Pencegahannya dengan cara pemanasan sebelum aktivitas fisik, menggunakan teknik olahraga yang benar, jangan memaksakan beban berlebihan, menggunakan pelindung atau brace bila diperlukan

4. Distrofi Otot (Muscular Dystrophy)

Distrofi otot merupakan kelompok penyakit genetik yang menyebabkan otot melemah dan mengalami degenerasi progresif. Penyebabnya adalah mutasi gen yang memengaruhi protein penting untuk pembentukan otot (misalnya distrofina). Gejala distrofi otot adalah otot melemah bertahap, kesulitan berjalan atau bergerak, dan kelainan bentuk tubuh (skoliosis, lordosis). Pencegahannya tidak dapat dicegah karena faktor genetik, namun dapat ditangani dengan terapi fisik, obat-obatan, dan alat bantu dapat memperlambat perkembangan penyakit, serta konseling genetik bagi keluarga yang memiliki riwayat penyakit

5. Atrofi Otot

Atrofi otot merupakan penyusutan atau berkurangnya massa otot akibat tidak digunakan atau penyakit tertentu. Penyebabnya adalah imobilisasi (tidak bergerak dalam waktu lama, misalnya pasca operasi), malnutrisi, dan penyakit saraf motorik. Gejalanya berupa otot mengecil, kekuatan menurun, mudah lelah. Pencegahan atrofi otot dapat dilakukan dengan rutin berolahraga, fisioterapi untuk pasien yang harus bed rest, asupan gizi yang cukup (protein, vitamin D, kalsium).

6. Myasthenia Gravis

Myasthenia Gravis merupakan penyakit autoimun yang mengganggu komunikasi antara saraf dan otot, menyebabkan kelemahan otot. Penyebabnya adalah sistem imun menyerang reseptor asetilkolin di otot. Gejalanya ditandai dengan kelemahan otot wajah, kelopak mata turun (ptosis), sulit menelan dan berbicara, serta mudah Lelah. Adapun pencegahannya sebagian besar tidak dapat dicegah karena faktor autoimun akan tetapi untuk pengobatannya dapat dilakukan dengan obat antikolinesterase, immunosupresan, dan terapi fisik dapat mengurangi gejala

7. Fibromyalgia

Fibromyalgia merupakan gangguan kronis yang ditandai dengan nyeri otot menyeluruh, kelelahan, dan gangguan tidur. Penyebabnya belum diketahui pasti, diduga terkait faktor genetik, stres, ketidakseimbangan neurotransmitter. Gejalanya seperti nyeri

otot dan sendi di banyak titik, gangguan tidur, serta depresi atau kecemasan. Pencegahannya adalah dengan mengelola stres dengan baik, menjaga pola tidur teratur, olahraga ringan teratur (yoga, berenang, jalan kaki), serta terapi relaksasi (meditasi, pijat)

8. Polio (Poliomyelitis)

Polio merupakan penyakit infeksi virus polio yang menyerang sistem saraf dan dapat menyebabkan kelumpuhan otot. Penyebabnya adalah virus polio yang dapat ditularkan melalui makanan/minuman terkontaminasi. Gejalanya adalah terjadi kelemahan otot, kelumpuhan permanen pada sebagian anggota tubuh, demam, serta nyeri otot. Adapun pencegahannya adalah vaksinasi polio dan menjaga kebersihan makanan dan lingkungan

9. Hernia Otot (Muscle Hernia)

Hernia otot merupakan kondisi ketika sebagian jaringan otot menonjol keluar melalui robekan selubung otot atau fascia. Penyebabnya adalah cedera berat dan aktivitas fisik berlebihan. Adapun gejalanya adalah adanya benjolan di area otot, dan merasakan nyeri saat beraktivitas. Pencegahannya adalah dengan menghindari beban fisik berlebih, perkuat otot dengan latihan bertahap, menggunakan teknik angkat beban yang benar.

10. Tendinitis (Radang Tendon)

Peradangan pada tendon (jaringan penghubung otot dan tulang). Penyebabnya yaitu gerakan berulang, beban berlebih, dan cedera olahraga. Gejala yang timbul adalah nyeri, bengkak, kesulitan menggerakkan sendi terkait. Pencegahannya dapat dilakukan dengan pemanasan sebelum olahraga, menghindari gerakan berulang secara berlebihan, menggunakan posisi tubuh yang ergonomis.

Daftar Pustaka


- Arifin, S., Yani, S. 2013. *Atlas Anatomi Otot Manusia Untuk Fisioterapi*. PT. Sejahtera Bersama Yuk. Jakarta.
- Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2021). *Guyton and Hall textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.
- Handayani, S. (2021). *Anatomi dan fisiologi tubuh manusia*. CV. Media Sains Indonesia. Bandung.
- Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2019). *Human anatomy & physiology* (11th ed.). Pearson.
- Ramadhani, K., & Widyaningrum, R. (2022). *Buku ajar dasar-dasar anatomi dan fisiologi tubuh manusia bagi mahasiswa gizi dan kesehatan*. UAD Press. Yogyakarta.
- Saladin, K. S. (2020). *Anatomy & physiology: The unity of form and function* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Sherwood, L. (2016). *Human physiology: From cells to systems* (9th ed.). Cengage Learning.
- Silverthorn, D. U. (2019). *Human physiology: An integrated approach* (8th ed.). Pearson.
- Standring, S. (2020). *Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice* (42nd ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-04101-4>
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2017). *Principles of anatomy and physiology* (15th ed.). Wiley.
- Widmaier, E. P., Raff, H., & Strang, K. T. (2019). *Vander's human physiology: The mechanisms of body function* (15th ed.). McGraw-Hill Education.

PROFIL PENULIS



Dr. Ir. Andri Kusmayadi, M.Sc., IPM., ASEAN Eng., APEC Eng.

Penulis menempuh program sarjana di Universitas Jenderal Soedirman tahun 2009-2013. Program magister ditempuh di Universitas Gadjah Mada tahun 2013-2015 dan program doktoral di Universitas Padjadjaran tahun 2016-2020. Program profesi keinsinyuran dan insinyur profesional ditempuh pada tahun 2019-2023. Saat ini penulis berprofesi sebagai dosen tetap di Universitas Perjuangan Tasikmalaya. Penulis mengampu beberapa mata kuliah diantaranya yaitu Biologi, Kimia, Fisiologi, Biokimia, Metode Penelitian, Genetika, dan Ilmu Nutrisi. Selain mengajar, penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan penelitian, publikasi ilmiah, pemakalah dalam kegiatan seminar baik nasional maupun internasional, serta berbagai program pengabdian kepada masyarakat dan pengembangan diri lainnya seperti pelatihan dan workshop.



BAB 6

SISTEM

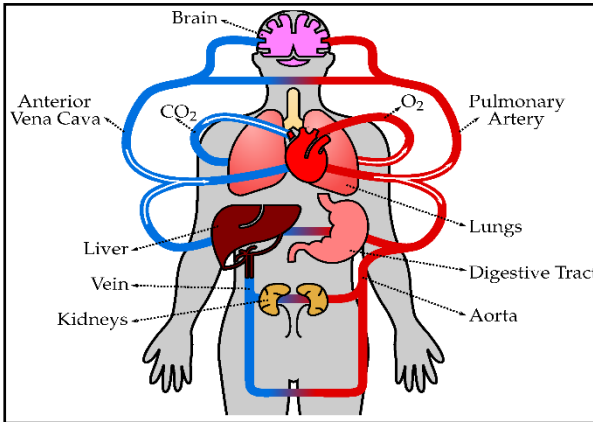
KARDIOVASKULER

apt. Lestari Wahyu Herawati, M.Farm.
STIKes Muhammadiyah Wonosobo



Pendahuluan

Sistem kardiovaskuler terdiri dari jantung yang berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh dengan pembuluh darah sebagai pengontrol jumlah aliran darah. Sistem kardiovaskuler dapat diatur melalui rangsangan yang berbeda seperti perubahan volume darah, elektrolit, hormon, obat-obatan, osmolaritas, ginjal, kelenjar adrenal, sistem syaraf parasimpatis dan simpatis (Chaudhry, 2022).



Gambar 6.1: Struktur jantung dan aliran darah
(Sumber: Syed,2023)

Tabel 6.1: Jenis pembuluh darah dan fungsinya

Pembuluh darah	Fungsi
Arteri	Mengalirkan darah dari jantung ke seluruh tubuh. Terdiri dari arteri besar (aorta) dan arteri kecil (arteriol)
<ul style="list-style-type: none"> Aorta Arteriol 	Berdinding tebal dan elastis sehingga dapat mengontrol tekanan darah tinggi yang dipompa jantung Mampu berkontraksi (mengecil) dan berelaksasi (membesar) sehingga dapat mengatur aliran darah dan tekanan darah
Kapiler	Penghubung arteri dan vena, merupakan lapisan sel tunggal dengan dinding tipis sehingga berfungsi sebagai perantara pertukaran nutrisi, gas dan limbah antara darah dan jaringan tubuh
Vena	Mengalirkan darah dari seluruh tubuh kembali ke jantung. Katup vena berfungsi untuk memastikan aliran darah hanya menuju ke jantung

Sumber: (Chaudhry, 2022)

Struktur dinding pembuluh darah meliputi:

1. Lapisan dalam (tunika intima)
2. Lapisan tengah (tunika media)
3. Lapisan terluar (tunika externa atau tunika adventitia)

Sistem kardiovaskuler dikendalikan oleh sistem saraf otonom yang mengatur curah jantung, resistensi vaskuler sistemik dan aliran darah untuk mempertahankan tekanan arteri. Tekanan darah adalah jumlah gaya yang diberikan darah terhadap dinding arteri dan diukur dalam milimeter air raksa (mmHg). Tekanan darah maksimum yang dicapai selama kontraksi jantung disebut tekanan darah sistolik (*systolic blood pressure/ SBP*). SBP berkaitan dengan kekuatan kontraksi otot jantung dan curah jantung, resistensi vaskuler sistemik dan viskositas darah dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tekanan darah} &= \text{Curah jantung} \times \text{Resistensi perifer} \\ \text{Curah jantung} &= \text{Denyut jantung} \times \text{Volume sekuncup} \end{aligned}$$

Setelah kontraksi, katup aorta menutup dan perbedaan tekanan antara sirkulasi perifer dan aorta menyebabkan darah mengalir menuju ke perifer sehingga tekanan darah menurun sampai jantung berdetak kembali dan tekanan darah minimum tepat sebelum kontraksi berikutnya disebut tekanan darah diastolik (TDD). Ukuran-ukuran tekanan darah ini mengalami variasi alami sepanjang hari (dalam ritme sirkadian). Tekanan darah juga berubah sebagai respon terhadap stres, faktor nutrisi, obat-obatan maupun penyakit. Kinerja jantung ditentukan oleh konsumsi oksigen dan energi, tekanan darah dan curah jantung yang bergantung pada empat faktor yaitu preload, afterload, kontraktilitas ventrikel dan detak jantung (*heart rate/ HR*). Preload adalah peregangan serat otot tepat sebelum onset sistole ventrikel. Menurut hukum Starling, semakin banyak otot jantung meregang selama diastole maka semakin kuat kontraksi selama sistole. Afterload mengacu pada tekanan darah yang dihasilkan miosit ventrikel untuk mengatasi tekanan aorta yang lebih tinggi dan mengeluarkan darah. Kontraktilitas adalah kemampuan otot jantung untuk berkontraksi normal terlepas dari kondisi eksternal (Varela, 2019).

Daftar Pustaka

- Chaudry, R., Miao, J., & Rahman, A. (2022). *Physiology, Cardiovascular*. StatPearls Publishing LLC.
- Entman, M.L. (2025). *The Blood Vessels in Human Cardiovascular System*. Encyclopaedia Britannica.
- Hall, J. E. (2021). Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. In A. C. Guyton, *The Heart* (14 ed., pp. 113-301). Philadelphia: Elsevier. In *Anatomy and Physiology of the Cardiovascular System* (pp. 35-51). Jones and Bartlett.
- Khadijah, S., Astuti, T., Widaryanti, R., & Ratnaningsih, E. (2020). *Buku Ajar Anatomi dan Fisiologi Manusia*. (S. Khadijah, Ed.) DIY: Respati Press.
- L, S. (2010). *Human physiology: from cell to system* (7 ed.). Toronto: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Polak-Iwaniuk A, H.-S. E. (2019). How Hypertension Affects Heart Metabolism. *Front Physiol*, 10, 435.
- Seeley, R. S. (2007). *Anatomy and Physiology* (8 ed.). Boston: McGraw Hill Company.
- Shah Syed, G. G. (2015, October 6). The Heart: Anatomy, Physiology and Exercise Physiology. 1-23.
- Syed, F. K. (2023). Modeling Dynamics of the Cardiovascular System Using Fluid-Structure Interaction Methods . (J. Demongeot, Ed.) *Biology*, 12, 1-23.
- Varela, A. a. (2019). Cardiovascular Anatomy and Physiology: Basic Principles and Challenges. 3-11.
- WF, G. *Fisiologi Kedokteran*. (14, Ed.) Jakarta: EGC.

PROFIL PENULIS



apt. Lestari Wahyu Herawati, M. Farm.

Penulis lahir di Wonosobo, 8 Agustus 1990. Pendidikan yang ditempuh dimulai dari SDN 2 Karangluhur tahun 1996, dilanjutkan ke SMPN 1 Kertek tahun 2002 dan SMAN 1 Wonosobo pada tahun 2005. Menamatkan S1 dan Profesi Apoteker pada tahun 2013 di Universitas Islam Indonesia, S-2 Magister Farmasi Klinis di Universitas Ahmad Dahlan tahun 2017. Penulis merupakan akademisi/tenaga pengajar di STIKes Muhammadiyah Wonosobo dari tahun 2020-sampai sekarang sekaligus menjadi praktisi di RS PKU Muhammadiyah Wonosobo tahun 2015-sampai sekarang. Berbagai karya ilmiah juga sudah dihasilkan oleh penulis seperti Artikel Nasional maupun Artikel Internasional. Moto penulis yaitu “Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat untuk orang lain (HR. Ahmad)”.

Email Penulis : lestariwahyuherawati@gmail.com



BAB 7

SISTEM LIMFATIK DAN

IMUNITAS

Menik Kasiyati, S.ST., M.Imun.
Poltekkes Kemenkes Yogyakarta



Fungsi dan Struktur Sistem Limfatik

Sistem limfatik dianggap sebagai bagian dari sistem peredaran darah, kita akan membahasnya secara terpisah karena fungsinya sangat berbeda dari jantung dan pembuluh darah. Namun, semua fungsi dari sistem limfatik dan peredaran darah saling bergantung. Sistem limfatik bertanggung jawab untuk mengembalikan cairan jaringan ke dalam darah dan untuk melindungi tubuh dari benda asing. Bagian-bagian dari sistem limfatik adalah limfa, sistem pembuluh limfa, dan jaringan limfatik, yang meliputi kelenjar getah bening dan nodul, limpa, dan kelenjar timus. Sistem limfatik memiliki tiga fungsi:

1. Pemulihan Cairan

Cairan terus-menerus merembes dari kapiler darah ke dalam ruang jaringan. Kapiler darah menyerap kembali sekitar 85% cairan ini dan sistem limfatik menyerap 15% sisanya. Jika bukan karena sistem limfatik, 15% ini akan mengakibatkan hilangnya 2 hingga 4 L air dan seperempat hingga setengah protein dari plasma darah per hari. Seseorang akan cepat meninggal karena kehilangan volume darah dan kegagalan sirkulasi yang diakibatkannya.

2. Kekebalan

Cairan yang diambil dari jaringan tubuh diperiksa oleh sistem limfatik untuk mendeteksi racun, mikroba, dan ancaman lainnya. Sistem limfatik juga menjaga bukaan saluran pencernaan, pernapasan, dan saluran lainnya. Ketika agen penyakit terdeteksi, sel-sel imun sistem limfatik dengan cepat dimobilisasi untuk melawannya.

3. Penyerapan Lipid

Pembuluh limfatik khusus yang disebut lakteal di usus halus menyerap lipid makanan. Lipid bergerak melalui pembuluh limfatik yang akhirnya bermuara ke vena subklavia kiri yang besar. Dari sini, aliran darah dapat mendistribusikan lipid ini ke seluruh tubuh untuk disimpan atau digunakan segera (Saladin, Kenneth S; McFarland, 2018).

Struktur sistem limfatik:

1. Sistem limfatik terdiri dari jaringan pembuluh, kelenjar getah bening, dan organ yang bekerja sama untuk mengelola cairan limfa dan mendukung fungsi kekebalan tubuh.

2. Pembuluh limfatik yaitu Pembuluh ini mirip dengan vena tetapi membawa limfa, cairan bening yang mengandung limfosit, protein, dan produk limbah.
3. Kapiler limfatik yaitu pembuluh kecil ber dinding tipis yang berawal di jaringan dan mengumpulkan kelebihan cairan interstisial.
4. Pembuluh limfatik yang lebih besar yaitu Pembuluh ini mengangkut limfa dari kapiler ke nodus limfa dan akhirnya ke aliran darah vena.
5. Kelenjar getah bening yaitu struktur kecil berbentuk kacang ini tersebar di seluruh tubuh dan bertindak sebagai penyaring limfa. Mereka mengandung limfosit dan makrofag yang membantu mengidentifikasi dan menghancurkan patogen. Kelenjar getah bening utama meliputi yang ada di leher, ketiak, selangkangan, dan perut.
6. Organ limfatik yaitu Organ limfatik berperan penting dalam sistem kekebalan tubuh dengan memproduksi dan menampung limfosit, yang penting untuk pertahanan tubuh terhadap patogen.
7. Timus terletak di dada, timus adalah tempat limfosit T matang dan mampu mengenali antigen spesifik.
8. Limpa terletak di perut kiri atas, limpa menyaring darah, membuang sel darah merah dan patogen yang tua atau rusak, serta menyimpan trombosit dan sel darah putih.
9. Tonsil dan adenoid adalah jaringan limfoid yang terletak di tenggorokan dan rongga hidung, berperan dalam menangkap dan menghancurkan patogen yang masuk melalui mulut dan hidung.
10. Sumsum tulang yaitu tempat utama produksi sel darah, termasuk limfosit, yang penting untuk fungsi kekebalan tubuh (Philip, 2024).

Kapiler dan Pembuluh Limfatik

Sistem limfatik terdiri dari limfa, limfosit pembuluh limfatik, kelenjar getah bening, tonsil, dan timus. Sistem limfatik, tidak seperti sistem peredaran darah, tidak mengalirkan cairan ke dan dari jaringan. Sebaliknya, sistem limfatik membawa cairan dalam satu arah, dari jaringan ke sistem peredaran darah.

sitokin dan kemokin, yang merekrut lebih banyak sel T naif ke kelenjar getah bening lokal untuk memungkinkan "penyaringan" antigenik tambahan. Setelah keluar dari keadaan diam, program replikasi yang disebut ekspansi klonal dimulai. Akibatnya, terjadi akumulasi sel T spesifik antigen yang signifikan, yang biasanya terdapat pada frekuensi rendah dan bervariasi, sehingga meningkatkan respons terhadap patogen yang membelah dengan cepat.

Aktivasi dan ekspansi respons sel T CD4⁺ memberikan dukungan untuk aktivasi dan ekspansi sel T CD8⁺ di kelenjar getah bening lokal. Molekul ko-stimulator (misalnya, CD28 dan 4-1BB) dan sitokin, seperti interleukin (IL)-12 dan IL-2 yang disekresikan oleh sel imun bawaan dan sel T CD4⁺, meningkatkan aktivasi sel T CD8⁺, memperpanjang pembelahan, dan menstimulasi program transkripsi spesifik. Ketika sel T CD8⁺ membelah dan berdiferensiasi, mereka mengekspresikan molekul permukaan, termasuk ligan untuk reseptor kematian untuk menginduksi apoptosis pada sel target yang terinfeksi, dan juga menghasilkan sitokin inflamasi dan melepaskan simpanan intraseluler molekul sitolitik, termasuk granzim dan perforin. Setelah aktivasi dan ekspansi awal mereka, gradien kemokin memandu sel T CD8⁺ untuk bergerak dari kelenjar getah bening ke tempat infeksi, di mana mereka akhirnya menjalankan fungsi efektor (Thomas, 2024).

Di kelenjar getah bening yang sama, sel B naif juga menguji reseptor sel B (BCR) mereka untuk mengikat antigen virus. Kaskade pensinyalan, metabolik, dan transkripsi yang diinduksi BCR, sebanding dengan yang diinduksi oleh pensinyalan TCR, mengaktifkan sel B dan memulai diferensiasi dan replikasi. Sel B yang teraktivasi dan sel T CD4⁺ bertemu di antarmuka zona sel T dan sel B (batas T-B), tempat sel B yang teraktivasi BCR dapat menyajikan protein virus yang telah diproses sebagai pMHC.

Sel T CD4⁺ selanjutnya mendorong diferensiasi sel B melalui interaksi ligan-reseptor tambahan (misalnya, CD40L-CD40 dan ICOS-ICOSL) dan sekresi sitokin (misalnya, IL-4 dan IL-21) yang mengarahkan peralihan kelas ke berbagai isotipe (imunoglobulin [Ig]M, IgG, IgA, dan IgE). Interaksi ini mendorong diferensiasi sel B menjadi salah satu dari dua jalur yang berbeda. Beberapa sel B dapat

menjadi sel penghasil antibodi berumur pendek yang disebut plasmablas, sementara yang lain dapat memasuki struktur khusus dan terorganisir yang disebut pusat germinal. Di pusat germinal, sel B menjalani proses yang disebut hipermutasi somatik, di mana BCR terdiversifikasi dan spesifisitasnya diubah melalui pengenalan mutasi oleh enzim aktivasi-diinduksi sitidin deaminase (AID).

Tergantung pada waktu dan karakteristik spesifik interaksi sel T CD4⁺ dan sel B di pusat germinal, terjadi divergensi nasib kedua di mana beberapa sel B "terpilih" menjadi sel B memori (Bmem) yang mampu merespons infeksi berikutnya, sementara yang lain menjadi sel plasma penghasil antibodi berumur panjang yang sebagian besar berada di sumsum tulang. Pada aktivasi penuh, Satu sel plasma dapat memproduksi dan mensekresikan ribuan antibodi per detik (Thomas, 2024).

Daftar Pustaka

- Abbas, Abdul K; Litchman, Andrew H.; Pillai, S. (2022) *Cellular and Molecular Immunology*. 10th edn. Pennsylvania: Elsevier.
- Majumdar, S., Pathak, S. and Nandi, D. (2018) 'Thymus: The Site for Development of Cellular Immunity', *Resonance*, 23(2), pp. 197–217. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12045-018-0605-3>.
- Philip, L. (2024) 'The lymphatic system: Essential for immune function and fluid balance', 11(2).
- Saladin, Kenneth S; McFarland, R.K. (2018) *Essentials of Anatomy*. 2th edn, *Essentials of Anatomy and Physiology*. 2th edn. New York: McGraw-Hill Education. Available at: <https://doi.org/10.5005/jp/books/10270>.
- Scanlon, Valerie C; Sanders, T. (2007) *Essentials of Anatomy and Physiology*.
- Thomas, H.C.M.P.P.G. (2024) 'Principles and therapeutic applications of adaptive immunity'. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.03.037>.
- VanPutte, C. *et al.* (2016) *Seeley's Essentials of Anatomy of Physiology*. New York: McGraw-Hill Education.
- Wang, R. *et al.* (2024) 'The interaction of innate immune and adaptive immune system', *MedComm*, 5(10), pp. 1–37. Available at: <https://doi.org/10.1002/mco2.714>.

PROFIL PENULIS



Menik Kasiyati, S.ST., M.Imun.

Penulis menyelesaikan pendidikan D4 pada Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Depkes Yogyakarta dan melanjutkan S2 pada Sekolah Pasca Sarjana Universitas Airlangga. Penulis menekuni bidang menulis dan melakukan penelitian dibidang imunologi. Ketertarikan penulis terhadap ilmu komputer dimulai pada tahun 2023.

Penulis memiliki kepakaran dibidang Imunologi. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti dibidang kepakarannya tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang sangat tercinta ini.

Email Penulis: menik.kasiyati@poltekkesjogja.ac.id



BAB 8

SISTEM REPRODUKSI

PRIA DAN WANITA

dr. Jodelin Muninggar, M.Sc.
Universitas Kristen Satya Wacana



Pendahuluan

1. Peran Sistem Reproduksi

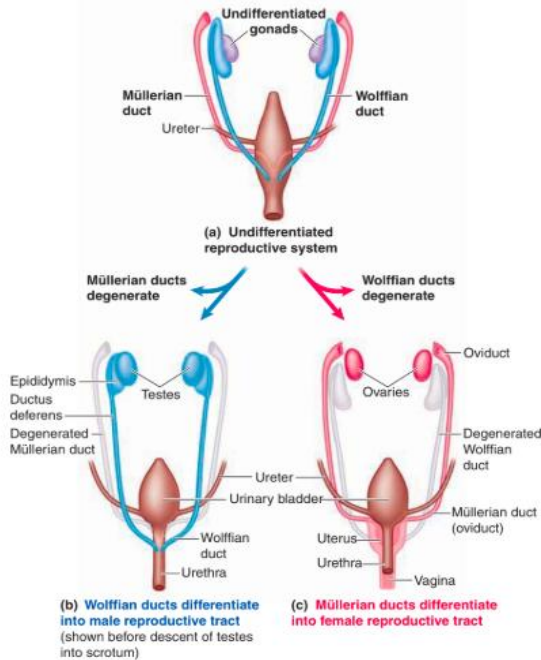
Sistem reproduksi dalam integrasi dengan sistem organ lainnya tidak berperan dalam proses homeostasis dalam mendukung kelangsungan hidup seseorang. Sistem ini memainkan peran yang sangat penting dalam kehidupan seseorang. Hal ini dapat ditunjukkan dalam relasi sebagai makhluk seksual yang berkontribusi nyata terhadap perilaku psikososial dan cara manusia memandang dirinya. Fungsi sistem ini mempunyai pengaruh besar terhadap masyarakat yaitu melalui unit keluarga yang menyediakan lingkungan yang stabil dan kondusif dalam melestarikan spesies. Sistem reproduksi pria dan wanita sangat berbeda. Hal ini dikarenakan peran mereka yang berbeda pada proses reproduksi. Sistem reproduksi jantan dan betina dirancang untuk memungkinkan penyatuan material genetika dari pasangan seksual. Sistem reproduksi Wanita dilengkapi untuk menampung dan memberi makan calon organisme sampai tiba saatnya mampu bertahan hidup secara mandiri di lingkungan luar.

Kemampuan sistem reproduksi bergantung pada aksis hormonal yaitu hubungan yang rumit antara hipotalamus, hipófisis anterior, organ reproduksi, dan sel target hormon seks. Hubungan ini menggunakan banyak mekanisme pengaturan yang digunakan oleh sistem tubuh lain untuk mempertahankan homeostasis, seperti kontrol umpan balik negatif. Selain proses biologis dasar ini, perilaku seksual dan seksual sangat dipengaruhi oleh faktor emosional dan adat istiadat sosial budaya masyarakat tempat individu tersebut tinggal.

2. Embriologi, Penentuan dan Diferensiasi Jenis Kelamin

Selama embriologi, kunci dimorfisme atau penentuan jenis kelamin ditentukan oleh keberadaan kromosom Y yang mengandung gen penentu testis SRY (*sex determining region on Y*) pada lengan pendek (Yp11). Gambar 1 menunjukkan proses khusus pada gonad muncul selama minggu ke-7 kehidupan *intrauterin* ketika *gonadal ridge* (jaringan gonad yang belum berdiferensiasi pada testis maupun ovarium) pada genetik pria mulai berdiferensiasi menjadi

testis di bawah pengaruh SRY (*sex determining on region kromosom Y*). Gen ini memicu serangkaian reaksi yang menyebabkan perkembangan fisik embrio ke arah pria. Bila tak ada gen SRY maka organ berkembang ke arah wanita. Tahap berikutnya gen SRY memaskulinisasi gonad dengan menyandi produksi TDF (*testis determining factor*) di sel gonad primitif. TDF akan mengarahkan serangkaian kejadian yang menyebabkan diferensiasi gonad menjadi testis. Pada wanita tidak terdapat gen SRY, sehingga tidak menghasilkan TDF, maka gonad tidak mendapat stimulus berkembang menjadi testis. Pada minggu ke-9 jaringan gonad yang tidak berdiferensiasi akan membentuk ovarium.



Gambar 8.1: Diferensiasi Seksual Saluran Reproduksi

Sumber : (Sherwood, 2024)

Anatomi dan Fisiologi Organ Reproduksi Pria

Organ reproduksi utama atau gonad pada pria terdiri dari sepasang testis. Pada gonad yang telah matang memiliki fungsi ganda yaitu memproduksi spermatozoa pada pria; dan mensekresikan hormon

Karakteristik Seksual Sekunder

Karakteristik seksual sekunder adalah berbagai karakteristik eksternal yang tidak secara langsung terlibat dalam reproduksi yang membedakan pria dan wanita, yaitu bentuk tubuh dan distribusi rambut. Pada manusia, pria mempunyai bahu yang lebih lebar, dan pinggul yang lebih sempit dan dalam, serta suara yang berat dan adanya jenggot. Sedangkan pada wanita memiliki payudara, panggul yang lebar dan dangkal untuk proses persalinan, serta suara yang melengking, tanpa kumis dan jenggot. *Testosteron* pada pria mengatur perkembangan dan pemeliharaan karakteristik. Pada wanita, hormon *estrogen* mengatur ekspresi karakteristik seksual sekunder, sedangkan progesteron tidak berpengaruh. Pertumbuhan rambut tidak termasuk karakteristik seksual sekunder, karena tidak terlalu berbeda antara pria dan wanita. Pada manusia, tanda pembeda antara pria dan wanita memang berfungsi untuk menarik lawan jenis, tetapi ketertarikan juga sangat dipengaruhi oleh kompleksitas masyarakat dan perilaku budaya.

Daftar Pustaka

- Lauralee Sherwood. (2024). Human Physiologi: From Cells to Systems. Textbook. Brooks/Cole. Belmont USA.
- Matahari R., Utami F.P. Sugiharti S. (2018). *Buku Ajar Keluarga Berencana dan Kontrasepsi*. CV Pustaka Ilmu Group.
- Mikhael Yosia. (2025). Sistem Reproduksi Manusia : Organ, Fungsi dan perawatan. Majalah Kesehatan Online Hellosehat. Kementerian Kesehatan RI. <https://hellosehat.com/seks/sistem-reproduksi-manusia/>
- Staubesand J. 2019. *Sobotta Atlas Anatomi Manusia, Thorax, Abdomen, Pelvis, Ekstremitas Bawah*. Edisi 23. EGC.

PROFIL PENULIS



dr. Jodelin Muninggar, M.Sc.

Ketertarikan penulis sebagai pemerhati Pembelajaran Anatomi dan Fisiologi dimulai pada tahun 1992 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk kuliah kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret (UNS) dan lulus tahun 1999. Penulis melanjutkan kuliah pada Program Pasca Sarjana pada Ilmu Kedokteran Dasar dan Biomedik, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan (FKKMK), Universitas Gajah Mada (UGM) pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2012. Penulis memiliki kepakaran di bidang Ilmu Biomedis. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, peneliti dan penulis. Beberapa penelitian yang didanai oleh internal perguruan tinggi dan Kemenristekdikti adalah mengenai anak stunting di Kabupaten Semarang, penelitian profil sel beta pankreas pasca perlakuan tempe daun Yakon, penelitian optimalisasi proses produksi minuman fungsional stevia sebagai OHT yang berkhasiat antidiabetes, penelitian distress psikososial penderita penyakit kronis di Salatiga serta penelitian korelasi faktor resiko dan depresi pada mahasiswa pacaran. Beberapa buku yang telah ditulis oleh peneliti adalah book chapter Ilmu Kesehatan Anak serta Kesehatan Perempuan dan Perencanaan Keluarga dari PT Sada Kurnia Pustaka.

Email Penulis: jodelin.muninggar@uksw.edu



BAB 9

SISTEM INDERA

MANUSIA

Nadiya Fatimah Perdana, S.Tr.Keb., M.Keb.



Pengertian Alat Indera

Sistem indera manusia merupakan bagian penting dari sistem koordinasi tubuh yang berfungsi menerima, mengolah, dan menanggapi rangsangan dari lingkungan. Mekanisme ini dimungkinkan oleh adanya saraf-saraf reseptor yang peka terhadap perubahan fisik maupun kimia, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke sistem saraf pusat untuk diproses. Indera berperan mengenali perubahan baik yang terjadi di dalam tubuh maupun di luar tubuh, sehingga manusia mampu beradaptasi dan merespons dengan tepat.

Sel-sel reseptor yang menjadi komponen utama sistem indera dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu intero reseptor dan ekso reseptor. Intero reseptor berfungsi mengenali perubahan internal tubuh dan banyak terdapat pada otot, tendon, ligamen, sendi, dinding pembuluh darah, serta saluran pencernaan. Melalui reseptor ini tubuh dapat merasakan rasa nyeri, penurunan kadar oksigen, perubahan kadar glukosa, hingga fluktuasi tekanan darah. Aktivitas intero reseptor menjadi dasar penting dalam menjaga keseimbangan fisiologis atau homeostasis.

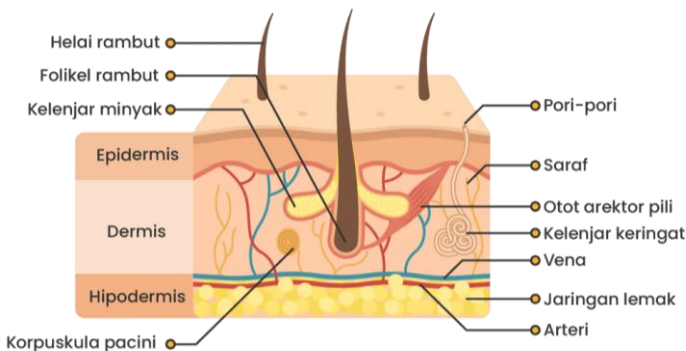
Eksoreseptor sebaliknya berfungsi mendeteksi perubahan yang terjadi di lingkungan luar. Reseptor ini membentuk dasar kerja panca indera, meliputi penglihatan, pendengaran, pengecap, pembau, dan peraba. Mata memungkinkan manusia mengenali cahaya, warna, serta bentuk; telinga mendeteksi dan mengolah suara; lidah mengidentifikasi rasa seperti manis, asin, asam, dan pahit; hidung berperan dalam menangkap aroma; sedangkan kulit sebagai organ terluar tubuh berfungsi merasakan sentuhan, suhu, tekanan, hingga nyeri.

Keseluruhan sistem indera dengan reseptornya memungkinkan manusia memahami lingkungan sekaligus kondisi internal tubuh. Informasi yang diperoleh tidak hanya memfasilitasi interaksi sosial maupun adaptasi, tetapi juga menjaga kelangsungan hidup melalui pengaturan respons yang sesuai terhadap perubahan dari dalam maupun luar tubuh.

- a. Pembuluh darah berfungsi menyalurkan oksigen dan nutrisi ke jaringan epidermis dan dermis, serta berperan dalam mekanisme pengaturan suhu tubuh.
- b. Kelenjar keringat menghasilkan keringat yang membawa sisa metabolisme keluar tubuh melalui pori-pori sekaligus membantu pelepasan panas tubuh.
- c. Folikel rambut menjadi tempat tumbuhnya rambut yang mendapatkan nutrisi dari pembuluh darah di sekitarnya. Warna rambut ditentukan oleh pigmen melanin yang terdapat pada folikel.
- d. Kelenjar minyak menghasilkan sebum untuk melumasi kulit dan rambut agar tetap lembap serta terhindar dari kekeringan.

3. Hipodermis

Lapisan hipodermis, sering disebut juga lapisan subkutis, tersusun atas jaringan ikat longgar dan sel-sel adiposa. Lapisan ini berfungsi sebagai cadangan energi jangka panjang melalui simpanan lemak. Peran lain hipodermis adalah menyerap guncangan dan tekanan mekanis dari luar sehingga melindungi organ internal. Jaringan lemak juga bertindak sebagai isolator termal yang mempertahankan suhu tubuh agar tetap stabil meskipun terjadi perubahan suhu lingkungan. Hipodermis sekaligus menjadi penghubung antara kulit dengan struktur di bawahnya, seperti otot dan tulang.



Gambar 9.10: anatomi kulit

Sumber: Robo guru by ruang guru

Reseptor sensorik kulit tersusun atas ujung-ujung saraf berselaput yang peka terhadap berbagai rangsangan mekanis maupun suhu. Masing-masing memiliki fungsi khusus, antara lain Korpuskel Pacini untuk mendeteksi tekanan kuat, Korpuskel Ruffini untuk rangsangan panas, Korpuskel Krause untuk rangsangan dingin, dan Korpuskel Meissner untuk sentuhan halus. Selain itu, sel peraba juga terdapat pada pangkal rambut. Rambut yang muncul di permukaan kulit mampu berfungsi sebagai penerima rangsangan mekanis, sebab ketika rambut tersentuh benda tertentu, ujung saraf di pangkal rambut akan teraktivasi.

3. Mekanisme Kerja Kulit

Mekanisme kerja kulit sebagai indra peraba berlangsung melalui tahapan berikut:

- a. Rangsangan pada kulit, seperti sentuhan, cubitan, atau suhu dingin, ditangkap oleh reseptor sensorik yang terletak di bawah permukaan kulit.
- b. Impuls dari reseptor diteruskan ke saraf tepi, yaitu jaringan saraf yang berada di luar otak dan sumsum tulang belakang.
- c. Impuls kemudian masuk ke sistem saraf pusat melalui sumsum tulang belakang.
- d. Dari sumsum tulang belakang, rangsangan dilanjutkan ke thalamus, yang berperan sebagai pusat penyebaran dan pemrosesan awal impuls sensorik.
- e. Impuls akhirnya dikirimkan ke korteks sensorik di otak besar (cerebral cortex), tempat informasi diinterpretasikan menjadi sensasi yang disadari, misalnya rasa dingin, tekanan, atau nyeri.

Daftar Pustaka

- Agustina, A. N., Wahyuni, T. D., Budiono, Pranata, L., Damayanti, D., Pangkey, B. C. A., Indrawati, Zuliani, M., Khusniyah, Z., & Ernawati, N. (2022). *Anatomi Fisiologi* (1st ed.). Yayasan Kita Menulis.
- Anggraini, F. T., Deviana, Joeliantina, A., Djafar, I., Iqbal, M., Bilondatu, M. I., Khumaira, N. F., Yusuf, Y., Inggas, M. A. M., & Anastasia, M. C. (2024). *Ilmu Penyakit Telinga, Hidung Dan Tenggorokan*. Eureka Medika Aksara.
- Budiarti, I. S. (2023a). *Seri Pancaindra: Indra Pembau; Hidung* (1st ed.). Bumi Aksara.
- Budiarti, I. S. (2023b). *Seri Pancaindra: Indra Pendengaran; Telinga* (1st ed.). Bumi Aksara.
- Budiarti, I. S. (2023c). *Seri Pancaindra: Indra Pengecap; Lidah* (1st ed.). Bumi Aksara.
- Budiarti, I. S. (2023d). *Seri Pancaindra: Indra Penglihatan; Mata* (1st ed.). Bumi Aksara.
- Budiarti, I. S. (2023e). *Seri Pancaindra: Indra Peraba; Kulit* (1st ed.). Bumi Aksara.
- Davis, P. (2019). *Sistem Saraf Dan Panca Indra*. PT Pakar Raya.
- Romadhani, A. S., Hidayah, A. A. N., Rayshabila, A., Wardhani, A. T., Wulandari, A., & Arini, L. D. D. (2025). *Sistem Indera pada Manusia Ketertarikan Antara Gangguan pada Sistem Indera dan Kesehatan Manusia*. 3.
<https://doi.org/https://doi.org/10.59603/niantanasikka.v3i2.732>
- Siregar, I. Y., Tanjung, I. F., & Maysarah, S. (2021). Fungsi Sistem Indera Manusia Perspektif Sains Terintegrasi Al-Qur'an dan Hadits. *JIE (Journal of Islamic Education)*, 6(2), 208.
<https://doi.org/10.52615/jie.v6i2.227>
- Syaifuddin. (2006). *Anatomi Fisiologi Untuk Masiswa Keperawatan* (M. Ester (ed.); 3rd ed.). EGC.
- Wahyuningsih, H. P., & Kusmiyati, Y. (2017). *Bahan Ajar Kebidanan Anatomi Fisiologi* (1st ed.). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

PROFIL PENULIS



Nadiya Fatimah Perdana, S.Tr.Keb., M.Keb.

Penulis Lahir di Kota Surabaya, penulis mendalami ilmu kesehatan dengan Pendidikan ke D-III Kebidanan Akademi Kebidanan Mitra Sehat Sidoarjo berijazah pada tahun 2017. Di tahun yang sama melanjutkan D-IV Kebidanan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Hafsyawaty Zainul Hasan Probolinggo berijazah pada tahun 2018. Kemudian penulis bekerja Selama 2 tahun setelah itu pandemi dan melanjutkan kuliah Magister di Sekolah Tinggi ilmu kesehatan Guna Bangsa Yogyakarta berijazah tahun 2023 Sekarang penulis menunggu wisuda Profesi Bidan di Universitas Strada Indonesia yang insaAllah berijazah 2025.

Email Penulis: nadin.kudo@gmail.com



BAB 10

METABOLISME & GIZI

Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho, M.Si.
Universitas Kristen Satya Wacana



Pendahuluan

Metabolisme sering disebut sebagai “mesin kehidupan” di dalam tubuh manusia. Istilah ini merujuk pada semua reaksi kimia yang berlangsung di dalam sel untuk menjaga agar tubuh tetap hidup, tumbuh, dan berfungsi dengan baik. Setiap makanan yang dikonsumsi, seperti nasi, sayur, daging, susu, atau buah akan diolah oleh tubuh melalui proses metabolisme, sehingga dapat digunakan sebagai energi, bahan pembangun sel, maupun pengatur fungsi organ.

Proses metabolisme tidak dapat berdiri sendiri karena dalam prosesnya melibatkan berbagai organ seperti saluran pencernaan, hati, pankreas, otot, hingga jaringan lemak. Selain itu, metabolisme juga dikendalikan oleh sistem hormon yang memastikan energi tubuh tetap seimbang sesuai kebutuhan. Berbagai penelitian terbaru menunjukkan bahwa mikroorganisme kecil yang hidup di usus, yang dikenal sebagai *gut microbiome* ternyata turut berperan penting dalam mengatur metabolisme dan kesehatan.

Memahami bagaimana metabolisme bekerja sangatlah penting, tidak hanya bagi kalangan medis atau akademisi, tetapi juga masyarakat umum. Dengan memahami hubungan antara anatomi tubuh, fisiologi organ, dan peran zat gizi, setiap individu dapat lebih bijak dalam memilih makanan, menjaga pola hidup sehat, serta mencegah berbagai penyakit yang berkaitan dengan gangguan metabolisme, seperti obesitas dan diabetes.

Organ-Organ yang Berperan Dalam Proses Metabolisme

Tubuh manusia ibarat sebuah pabrik besar yang memiliki banyak divisi. Setiap organ memiliki tugasnya masing-masing dalam mengolah makanan agar dapat menjadi energi dan bahan penting bagi tubuh.

1. Saluran Pencernaan

Perjalanan metabolisme dimulai dari mulut, tempat makanan dikunyah dan bercampur dengan enzim pencernaan. Setelah itu, makanan melewati lambung dan usus; pada tahapan ini zat gizi dipecah menjadi bentuk yang lebih sederhana agar dapat diserap. Usus halus adalah tempat utama penyerapan zat gizi, sedangkan usus besar membantu menyerap air dan menjadi rumah bagi mikroba baik.

Peran Diet Dalam Mengoptimalkan Metabolisme

Saluran cerna memiliki peran sentral dalam metabolisme tubuh karena menjadi tempat pencernaan dan penyerapan zat gizi. Usus halus berfungsi memecah makronutrien melalui enzim pencernaan dan menyerap glukosa, asam amino, serta asam lemak untuk digunakan sebagai sumber energi. Kolon berperan penting dalam penyerapan air, elektrolit, serta menjaga keseimbangan lingkungan internal tubuh. Selain itu, struktur anatomi mukosa usus yang luas, dengan villi dan mikrovilli, memungkinkan penyerapan zat gizi berlangsung secara optimal.

Dari perspektif gizi, pola makan yang seimbang berpengaruh langsung terhadap efisiensi metabolisme. Karbohidrat kompleks, protein, lemak sehat, vitamin, dan mineral memiliki jalur metabolisme yang berbeda dan membutuhkan koordinasi fisiologis yang baik agar dapat dimanfaatkan tubuh. Konsumsi makanan kaya serat dari sayur, buah, biji-bijian, dan kacang-kacangan tidak hanya mendukung fungsi pencernaan, tetapi juga menyediakan substrat bagi mikrobiota usus di kolon yang menghasilkan metabolit seperti *Short-Chain Fatty Acids* (SCFA). Metabolit ini kemudian berkontribusi pada regulasi energi, glukosa, dan lipid, sehingga memperkuat hubungan antara diet, metabolisme, dan kesehatan tubuh secara menyeluruh.

Optimalisasi metabolisme memerlukan sinergi antara fungsi anatomi saluran cerna, regulasi fisiologis, dan kualitas diet. Asupan makanan olahan yang tinggi gula dan lemak jenuh dapat mengganggu keseimbangan sistem pencernaan, menurunkan efisiensi penyerapan zat gizi, serta memicu gangguan metabolik. Sebaliknya, diet yang seimbang, ditambah dengan konsumsi probiotik dan prebiotik, mendukung fungsi fisiologis usus dan menjaga stabilitas metabolisme. Faktor gaya hidup seperti aktivitas fisik, manajemen stres, dan tidur yang cukup juga memperkuat peran saluran cerna dalam mempertahankan kesehatan metabolik. Dengan demikian, anatomi, fisiologi, dan gizi merupakan fondasi utama metabolisme, sedangkan *gut microbiome* menjadi elemen pendukung yang memberikan kontribusi tambahan dalam menjaga keseimbangan sistemik tubuh.

Penutup

Metabolisme adalah fondasi kehidupan yang memungkinkan tubuh memanfaatkan zat gizi dari makanan untuk menghasilkan energi, membangun jaringan, serta mengatur fungsi organ. Proses ini melibatkan kerja sama yang erat antara sistem pencernaan, hati, pankreas, otot, jaringan lemak, dan sistem hormon. Bahkan, penelitian yang kekinian menambahkan peran penting *gut microbiome* sebagai “pemain tersembunyi” dalam menjaga keseimbangan metabolisme.

Karbohidrat, protein, dan lemak menjadi bahan bakar utama, sementara vitamin dan mineral berperan sebagai pendukung yang memastikan mesin metabolisme berjalan lancar. Keseimbangan antara asupan energi dan pengeluaran energi sangat menentukan kesehatan tubuh. Bila keseimbangan ini terganggu, maka dapat muncul berbagai masalah mulai dari malnutrisi, obesitas, hingga penyakit metabolik kronis seperti diabetes dan sindrom metabolik.

Pemahaman mengenai hubungan antara anatomi, fisiologi, dan gizi memberikan gambaran utuh tentang betapa kompleksnya tubuh manusia. Namun, pada saat yang sama dapat disimpulkan bahwa metabolisme yang sehat dapat dicapai melalui langkah-langkah sederhana, diantaranya menjaga pola makan seimbang, aktif bergerak, cukup istirahat, serta merawat kesehatan usus. Dengan demikian, gaya hidup sehat tidak hanya menjadi pilihan, tetapi sebuah investasi penting untuk metabolisme tubuh yang optimal dan kehidupan yang lebih berkualitas.

Daftar Pustaka

- Ali Khomsan. (2003). Pangan dan Gizi Untuk Kesehatan. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Almatsier, S. (2010). Prinsip Dasar Ilmu Gizi (Edisi revisi). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., Gatto, G. J., and Stryer, L. (2019) *Biochemistry*. 9th Edition, Macmillan, New York. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54620-8>
- Cani, P. D. & Delzenne, N. M. (2009). *The Role of the Gut Microbiota in Energy Metabolism and Metabolic Disease. Current pharmaceutical design*, 15(13), 1546–1558. <https://doi.org/10.2174/138161209788168164>
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. (2011). *Textbook of Medical Physiology*. 12th ed. Philadelphia: Elsevier.
- Susmiati. (2019). Peran Mikrobiota Usus dalam Perkembangan Obesitas. *Majalah Kedokteran Andalas*, 42 (2), 92 - 101. <https://doi.org/10.25077/mka.v42.i2.p92-101.2019>

PROFIL PENULIS




Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho, M.Si.

Sejak masa SMA, penulis tertarik terhadap berbagai hal seputar bidang sains, khususnya terhadap bidang kesehatan, medis, gizi, dan pangan. Ketertarikan tersebut membawa Penulis untuk mendalami Ilmu Biologi yang dinilai sebagai cikal bakal segala ilmu sains. Penulis menyelesaikan jenjang S1 dari Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya

Wacana pada tahun 2009 dengan peminatan biokimia, kemudian pada tahun 2010 melanjutkan studi paska sarjana (S2) di Universitas yang sama, yakni Magister Biologi Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana.

Sejak tahun 2015, penulis mengabdikan kepada almamater dengan menjadi pengajar di Program Studi S1 Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana. Mata kuliah yang diajarkan kepada mahasiswa diantaranya *Biochemistry, Nutrition Ecology, Nutrition Epidemiology, Research Method, Diet & Gut Microbiome*, dan beberapa mata kuliah lainnya. Fokus riset penulis saat ini adalah mengenai gangguan/penyakit metabolik, khususnya adalah obesitas dan mikrobiota saluran cerna. Bersama dengan para penulis lainnya pernah terlibat dalam penulisan buku yang diterbitkan oleh Sada Kurnia Pustaka, yakni *Keamanan Pangan (tentang Keracunan Makanan)* dan *Pengantar Metodologi Kesehatan (tentang Pemahaman terhadap Variabel dan Indikator)*, keduanya pada tahun 2023; serta *Pengantar Biokimia Gizi (tentang Mikrobiota Usus dan Metabolisme Gizi)* pada tahun 2025.

Surel Penulis: kristiawan.nugroho@uksw.edu



BAB 11

SUHU TUBUH DAN

PENGATURAN SUHU

TUBUH

Desrialita Faryanti, S.Tr.Keb., Bdn., M.K.M.
Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia



Mengenal Suhu Tubuh Manusia

1. Definisi Suhu Tubuh

Suhu tubuh manusia merupakan tanda vital penting yang digunakan untuk menilai kesehatan mengingat korelasinya yang kuat dengan suatu penyakit (Geneva, 2025). Suhu tubuh juga merupakan manifestasi dari ritme sirkadian, dengan peningkatan yang dapat diprediksi pada siang hari, mencapai puncaknya di malam hari, dan penurunan yang stabil pada malam hari serta mencapai minimum sekitar waktu bangun (Geneva, 2025).

Pada tubuh manusia, suhu tubuh terdiri dari suhu inti (*Core temperature/T_c*) dan suhu kulit (*Skin temperature/T_s*). Suhu inti adalah suhu pada suhu organ tubuh, dan suhu kulit adalah suhu pada kulit, jaringan subcutaneous, dan otot. Menjaga suhu tubuh dalam rentang yang stabil sangat penting karena banyak proses biologis, seperti reaksi enzim, hanya bisa berfungsi optimal pada suhu tertentu. Kisaran suhu tubuh normal rata-rata adalah sekitar 36,1°C hingga 37,2°C (97°F hingga 99°F). Tubuh terdiri dari campuran jaringan dan struktur, yang suhunya dapat bervariasi, meskipun sedikit, antar organ. Meskipun sebagian besar alat pengukur suhu yang saat ini tersedia dalam praktik klinis modern memiliki kinerja yang relatif sebanding dengan akurasi biasanya dalam 0,2°C (Childs dan Machin, 2009), presisi dan kehati-hatian dalam mengukur suhu dapat berdampak lebih besar pada pembacaan suhu yang diukur daripada akurasi termometer itu sendiri.

2. Suhu Tubuh Normal

Suhu tubuh manusia sehat ketika diukur secara oral menunjukkan rentang suhu dari 36°C (97°F) hingga 37,5°C (99,5°F). Suhu tubuh yang diukur secara oral terdapat perbedaan hasil pengukuran sekitar 1°F lebih tinggi jika dibandingkan pengukuran secara rektal.

Tubuh manusia biasanya mempertahankan suhu tubuh yang teratur dalam kisaran sempit 0,6 derajat Celcius. Suhu inti tetap relatif stabil, bahkan dalam berbagai kondisi lingkungan, berbeda dengan suhu kulit. Tubuh menyeimbangkan produksi panas dan

bernanah (abses) pada bekas suntikan, dan 2,56% mengeluh kejang (Risksedas, 2018). Seseorang dapat diimunisasi dengan menyuntikkan organisme mati yang tidak lagi mampu menyebabkan penyakit tetapi masih memiliki beberapa antigen kimianya. Demam adalah dampak vaksin yang diberikan telah merangsang tubuh untuk membuat zat penolak terhadap penyakit difteri, pertusis, dan tetanus (Purwanti, 2018).

2. Pemberian Obat Anestesi Spinal

Kondisi nyata yang sering ditemukan terkait suhu tubuh misalnya pada ibu pasca melahirkan. Untuk menjaga agar suhu tubuh tetap stabil dan seimbang dengan suhu lingkungan, tubuh akan menghasilkan panas. Proses ini dilakukan dengan meningkatkan aktivitas otot melalui menggigil (*shivering*), yang merupakan cara tubuh untuk mempertahankan homeostasis atau keseimbangan (Cahyawati, 2019). Semakin banyak darah keluar dari tubuh akan menyebabkan tubuh kekurangan volume cairan yang mengakibatkan terjadinya hipotermi (Rahmawati, 2020). Kombinasi dari tindakan anestesi dan tindakan operasi dapat menyebabkan gangguan fungsi dari pengaturan suhu tubuh yang akan menyebabkan penurunan suhu inti tubuh (*core temperatur*) sehingga menyebabkan *hipotermi* (Abdelrahman, 2012). Hipotermia terjadi karena agen dari obat anestesi menekan laju metabolisme oksidatif yang menghasilkan panas tubuh, sehingga mengganggu regulasi panas tubuh (Hujjatulislam, 2015). Angka terjadinya *shivering* pada anestesi spinal dilaporkan berkisar antara 33%-57% (Irawan, 2018).

Daftar Pustaka

- Abdelrahman. (2012) Prevention of Shivering during regional anesthesia, Comparison of Midazolam, Midazolam plus Ketamine, Tramadol, and Tramadol plus Ketamine. Department of Anesthesia, Faculty of Medicine, Tanta University, Egypt, Life Science Journal; 9 (2).
- Aronoff DM, Neilson EG. (2001) *Antipyretics: mechanisms of action and clinical use in fever suppression, Am J Med 111:304.*
- Benarroch EE. (2007) *Thermoregulation: recent concepts and remaining questions, Neurology 69:1293.*
- Blatteis C. (2006) *Endotoxic fever: new concepts of its regulation suggest new approaches to its management, Pharmacol Ther 111:194, 2006.*
- Blatteis CM: *The onset of fever. (2007). new insights into its mechanism, Prog Brain Res 162:3..*
- Conti B, Tabarean I, Andrei C, Bartfai T: *Cytokines and fever (2004). Florez-Duquet M, McDonald RB: Cold-induced thermoregulation and biological aging, Physiol Rev 78:339, 1998.*
- Armstrong, EL and Maresh, CM. (1998). *Effects of Training, Environment, and Host Factors on Sweating Response to Exercise. International Journal of Sports Medicine Supplement (19): 103-105*
- Charkoudian N. (2003). Skin blood flow in adult human thermoregulation: how it works, when it does not, and why. *Mayo Clin Proc.* <https://doi.org/10.4065/78.5.603> PMID: 12744548.
- Cahyawati, Fitnaningsih. (2019). Pengaruh Cairan Intravena Hangat Terhadap Derajat Menggigil Pasien Post Sectio Caesarea Di RS PKU Muhammadiyah Gamping. *Jurnal Kebidanan.* 8. 86. [10.26714/jk.8.2.2019.86-93.](https://doi.org/10.26714/jk.8.2.2019.86-93)
- Farida2, M. Y. and Prodi (2020) 'FAKTOR – FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN STATUS IMUNISASI DASAR PADA BAYI DI DESA RENGASDENGKLOK SELATAN KABUPATEN

- KARAWANG Correlation', Suparyanto dan Rosad (2015, 5(3), pp. 248-253.
- Geneva, I. I. (2025). The circadian rhythm of human body temperature—Clinical implications and review of the literature. *Chronobiology International*, 42(7), 945-958. <https://doi.org/10.1080/07420528.2025.2511268>
- Lewis, T. (1930). Observations upon the reactions of the vessels of the human skin to cold. *Heart*, (1930) , 15, 177-208.
- Hall, J. E., Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2011). *Guyton and Hall textbook of medical physiology: Student consult. Activate at studentconsult.com. Searchable full text online* (12. ed). Saunders, Elsevier.
- Irawan, D. (2018). Kejadian Menggigil Pasien Pasca Seksio Dengan Anestesi Spinal yang Ditambahkan Klonidin 30mcg Intratekal di RSUD Arifi Achmad Pekanbaru Indonesia . *Jurnal Kesehatan Melayu*, Vol. 1 No. 2.
- Satia Graha, A. (2016). ADAPTASI SUHU TUBUH TERHADAP LATIHAN DAN EFEK CEDERA DI CUACA PANAS DAN DINGIN. *Jorpres (Jurnal Olahraga Prestasi)*, 6(2), 123-134. <https://doi.org/10.21831/jorpres.v6i2.10339>
- Yam, Y. L. J. (2024). Body temperature and its regulation. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 25(8), 584-588. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2024.06.014>
- Zhang, M., Li, R., Wu, Y., & Song, G. (2024). Thermoregulation of human hands in cold environments and its modeling approach: A comprehensive review. *Building and Environment*, 248, 111093. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111093>


PROFIL PENULIS



Desrialita Faryanti., S.Tr. Keb., Bdn., M.K.M. CBMT.

Ketertarikan penulis terhadap ilmu Kebidanan dimulai pada tahun 2012 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk menempuh Pendidikan program studi DIII kebidanan di STIKES Rajawali Bandung, Melanjutkan Program Studi DIV Kebidanan di Universitas Nasional Jakarta pada tahun 2015, Magister Kesehatan Masyarakat di Sekolah Pascasarjana Universitas Prof. DR. Hamka pada tahun 2016 dan menyelesaikan Pendidikan Profesi Bidan di Universitas Nasional Jakarta pada tahun 2023. Pada saat ini penulis sedang menempuh Pendidikan doktoral ilmu Kesehatan masyarakat di Universitas Indonesia (2022-sekarang). Penulis memiliki kepakaran dibidang ilmu kebidanan dan juga Kesehatan masyarakat. Selain sebagai *healthpreneur*, penulis juga merupakan praktisi Kesehatan, untuk menunjang karir tersebut penulis pun aktif sebagai peneliti dibidang kepakarannya tersebut. Penulis juga seringkali melakukan pemberdayaan masyarakat, penelitian dibidang kesehatan, serta menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang sangat tercinta ini.

Email Penulis: desriaeva@gmail.com




BAB 12

PERTUMBUHAN DAN

PERKEMBANGAN

TUBUH MANUSIA

Annisa Yuri Ekaningrum, S.KM., M.Si.
Universitas Indonesia Maju



Definisi Pertumbuhan dan Perkembangan

Pertumbuhan merujuk pada peningkatan aspek fisik secara kuantitatif dari waktu ke waktu, seperti tinggi badan, berat badan, proporsi tubuh, maupun penampilan fisik secara keseluruhan. Pertumbuhan berhubungan dengan perubahan struktural dan fisiologis, sehingga dapat diukur berdasarkan ukuran tubuh, baik sebagian maupun keseluruhan. Sementara itu, perkembangan menggambarkan perubahan kualitatif pada individu secara menyeluruh. Perkembangan merupakan proses berkesinambungan yang mencakup perubahan fisik, emosional, dan intelektual, sehingga ruang lingkungannya lebih luas dibandingkan pertumbuhan. Perlu dicatat bahwa perkembangan dapat berlangsung tanpa adanya pertumbuhan fisik. Crow dan Crow (1963) menegaskan bahwa perkembangan tidak hanya mencakup pertumbuhan, tetapi juga melibatkan perubahan perilaku yang dipengaruhi oleh interaksi dengan lingkungan.

Pertumbuhan dan Perkembangan Janin

Pertumbuhan dan perkembangan janin mengikuti pola genetik, di mana sel-sel sudah terprogram untuk membelah, berkembang menjadi berbagai jenis, dan membentuk fungsi tubuh tertentu pada waktu yang telah ditetapkan. Waktu khusus ini disebut periode kritis, yang paling penting terjadi pada dua bulan pertama setelah pembuahan, saat organ dan jaringan utama mulai terbentuk. Periode kritis bersifat seperti jalan satu arah, artinya gangguan yang terjadi saat itu tidak bisa diperbaiki. Karena itu, masalah gizi atau faktor lain pada masa ini dapat menimbulkan dampak serius dan permanen pada perkembangan janin.

Tabel 12.1: Pertumbuhan dan Perkembangan Embrio Normal

Waktu	Perkembangan Embrio/Janin
Hari 1	Pembuahan; satu sel yang disebut zigot terbentuk.
Hari 2-3	Delapan sel telah terbentuk (disebut morula) dan memasuki rongga rahim.
Hari 6-8	Morula menjadi berisi cairan dan dinamakan <i>blastocyst</i> . <i>Blastocyst</i> terdiri dari ± 250 sel, diferensiasi sel dimulai.

Tabel 12.3: Sexual Maturity Rating (SMR) – Tahapan Pubertas Anak Perempuan dan Laki-Laki

Tahap (Stage)	Perempuan-Perkembangan Payudara	Perempuan – Pertumbuhan Rambut Pubis	Laki-laki – Perkembangan Genitalia	Laki-laki – Pertumbuhan Rambut Pubis
1	Prapubertas; hanya elevasi puting	Prapubertas; tidak ada rambut pubis	Prapubertas; tidak ada perubahan ukuran testis, skrotum, atau penis sejak masa anak	Prapubertas; tidak ada rambut pubis
2	Payudara kecil mulai terbentuk (<i>breast bud</i>)	Pertumbuhan rambut jarang di sepanjang labia	Pembesaran testis dan skrotum; kulit skrotum mulai memerah dan berubah tekstur	Pertumbuhan rambut jarang di pangkal penis
3	Pembesaran lebih lanjut pada payudara dan areola	Rambut lebih gelap, kasar, dan mulai meluas	Penis mulai memanjang; pertumbuhan testis dan skrotum lebih lanjut	Rambut lebih gelap, kasar, keriting, jumlah bertambah
4	Pembesaran lebih lanjut, areola dan puting menonjol sebagai “ <i>secondary mound</i> ”	Rambut menyerupai tipe rambut dewasa, tetapi belum menyebar ke paha bagian dalam	Penis memanjang dan melebar; glans mulai berkembang; pertumbuhan testis dan skrotum berlanjut, kulit semakin gelap	Rambut menyerupai tipe dewasa, tetapi belum menyebar ke paha bagian dalam
5	Payudara dewasa; kontur areola sejajar dengan payudara; hanya puting yang menonjol	Rambut dewasa, jumlah penuh, menyebar ke paha bagian dalam	Genitalia dewasa; ukuran dan bentuk penis serta testis sudah matang	Rambut dewasa, jumlah penuh, menyebar ke paha bagian dalam

Sumber: Tanner JM (1962)

5. Dewasa

Masa dewasa dibagi menjadi tiga tahap, yaitu dewasa awal ($\pm 21-40$ tahun), dewasa madya ($\pm 40-60$ tahun), dan dewasa lanjut (60 tahun ke atas).

a. Dewasa Awal (21–40 tahun)

Pada tahap ini pertumbuhan fisik relatif telah mencapai puncaknya. Kondisi tubuh berada pada masa paling bugar dengan kekuatan otot, koordinasi, dan kapasitas reproduksi yang optimal. Namun, seiring berjalannya usia, mulai terjadi perubahan kecil, misalnya penurunan metabolisme dan elastisitas kulit.

b. Dewasa Madya (40–60 tahun)

Perubahan fisik semakin nyata, seperti penurunan kekuatan otot, fleksibilitas, dan stamina. Rambut mulai memutih, kulit kehilangan kekenyalan, serta massa tulang dan kepadatan otot menurun. Pada perempuan, terjadi menopause yang ditandai berhentinya siklus menstruasi, sedangkan pada laki-laki mulai mengalami penurunan kadar hormon testosteron.

c. Dewasa Lanjut (60 tahun ke atas)

Fase ini ditandai oleh kemunduran fungsi organ tubuh, seperti melemahnya sistem peredaran darah, pernapasan, saraf, dan pencernaan. Otot semakin berkurang, tulang lebih rapuh (osteoporosis), indra pendengaran dan penglihatan menurun, serta muncul risiko penyakit degeneratif. Selain itu, fungsi kognitif dan memori juga dapat mengalami penurunan.

Daftar Pustaka

- Batubara, J. R. (2016). *Adolescent development (perkembangan remaja)*. Sari pediatri, 12(1), 21-9.
- Brown, J. E., Isaacs, J. S., Krinke, U. B., Lechtenberg, E., Murtaugh, M. A., Sharbaugh, C., ... & Wooldridge, N. H. (2017). *Nutrition through the life cycle*. Kanada: Cengage Learning.
- Crow, L. D., & Crow, A. (1963). *Human development and learning*. New York: American Book Company.
- Hurlock, E.B. (1994). *Psikologi perkembangan: Suatu pendekatan sepanjang rentang kehidupan*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Papalia, D. E., Olds, S. W., & Feldman, R. D. (2009). *Human development* (11th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Santrock, J. W. (2012). *Life-span development* (13th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Tanner, J. M. (1962). *Growth at adolescence* (2nd ed.). Blackwell Scientific Publications.

PROFIL PENULIS



Annisa Yuri Ekaningrum, S.KM.,M.Si.

Keterarikan penulis terhadap ilmu gizi dan kesehatan masyarakat dimulai pada tahun 2010 silam. Penulis bersekolah di Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 39 Jakarta kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di prodi Kesehatan Masyarakat di Universitas Indonesia pada tahun 2014. Lima bulan kemudian, penulis melanjutkan studi S2 di prodi Gizi Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor dan lulus pada tahun 2016.

Penulis merupakan dosen tetap di Program Studi Gizi Universitas Indonesia Maju yang memiliki kepakaran dibidang Gizi Masyarakat dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti dibidang kepakarannya tersebut. Dalam beberapa seminar, peneliti juga pernah menjadi narasumber. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi, Kemendikbudristek tahun 2013, dan Kemdiktisaintek tahun 2015. Selain itu, hasil karya tulisan penulis juga sudah berhasil dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi dan *proceeding* seminar internasional. Selain itu, jasa konsultasi khususnya di bidang analisis data pangan dan gizi juga dikembangkan oleh penulis yang bernama *Foodalyst. Co*. Penulis juga aktif menulis buku di antaranya adalah Buku "*Dasar Ilmu Gizi*", "*Pengantar Epidemiologi*", "*Gizi dan Kesehatan Masyarakat*" dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif khususnya kemajuan kesehatan dan gizi bagi bangsa dan negara ini.

Email Penulis: yuriekaningrum@gmail.com

ANATOMI & FISILOGI MANUSIA

Selamat datang di dalam sebuah perjalanan yang luar biasa menyelami misteri dan keajaiban tubuh manusia. Buku "**Anatomi dan Fisiologi Manusia**" ini ditulis untuk menjadi panduan Anda dalam memahami struktur (anatomi) dan fungsi (fisiologi) dari setiap bagian yang membentuk diri kita. Sejak pertama kali dilahirkan, tubuh kita telah menjadi sebuah sistem yang sangat canggih dan terkoordinasi. Jantung yang berdetak tanpa henti, paru-paru yang menghela napas, hingga otak yang memproses pikiran dan emosi semuanya bekerja dalam harmoni yang sempurna. Namun, seberapa sering kita berhenti sejenak untuk benar-benar mengapresiasi kerumitan di balik setiap gerakan, setiap sensasi, dan setiap pikiran yang kita miliki? Buku ini disusun dengan tujuan untuk mengungkap tabir di balik kompleksitas tersebut, mulai dari:

1. Konsep Dasar Anatomi dan Fisiologi
2. Organisasi Struktur Tubuh Manusia
3. Sistem Integumen
4. Sistem Skeletal
5. Sistem Otot
6. Sistem Kardiovaskuler
7. Sistem Limfatik dan Imunitas
8. Sistem Reproduksi Pria dan Wanita
9. Sistem Indera Manusia
10. Metabolisme dan Gizi
11. Suhu Tubuh dan Pengaturan Suhu Tubuh
12. Pertumbuhan dan Perkembangan Tubuh Manusia

