

Penulis:
Irena Ujianti, Cut Ashilah,
Renasya Fadhillah, Nur Hamni Laila Q



FISIOLOGI ENDOKRIN

FISIOLOGI ENDOKRIN

Penulis:

**Irena Ujianti, Cut Ashilah,
Renasya Fadhillah, Nur Hamni Laila Q**



FISIOLOGI ENDOKRIN

Penulis:

**Irena Ujianti
Cut Ashilah
Renasya Fadhillah
Nur Hamni Laila Q**

Desain Cover:

Septian Maulana

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Dr. dr. Irena Ujianti, M.Biomed.

ISBN:

978-623-459-472-0

Cetakan Pertama:

Mei, 2023

Hak Cipta 2023, Pada Penulis

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

Copyright © 2023

by Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung

All Right Reserved

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA BHAKTI PERSADA BANDUNG

(Grup CV. Widina Media Utama)

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 360/JBA/2020

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)

Telpon (022) 87355370

PRAKATA

Rasa syukur yang teramat dalam dan tiada kata lain yang patut kami ucapkan selain mengucapkan rasa syukur. Karena berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa buku yang berjudul “Fisiologi Endokrin” telah selesai disusun dan berhasil diterbitkan, semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih keilmuan dan penambah wawasan bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap pembahasan Fisiologi Endokrin.

Buku ini merupakan salah satu wujud perhatian penulis terhadap Fisiologi Endokrin. Irena Ujianti merupakan dosen fisiologi kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Irena meraih gelar Doktor di bidang fisiologi dari Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Minat penelitiannya meliputi nutrisi dan penyakit metabolik. Irena telah menerbitkan beberapa artikel yang berkaitan dengan minat penelitiannya. Fokus utamanya adalah pada penerapan metode fisiologis dan biomolekular dalam investigasi diabetes melitus dan penyakit metabolik lainnya. Selain itu, Irena juga merupakan anggota Ikatan Dokter Indonesia (IDI), Perhimpunan Dokter Fisiologi Klinis Indonesia (PDFKI), Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia (IAIFI) Jakarta. Irena juga terlibat dalam beberapa proyek penelitian yang berkaitan dengan nutrisi dan penyakit metabolik.

Cut Ashilah Haura, Renasya Fadhilah Utami dan Nur Hamni Laila Qadaryah memberikan kontribusi dalam penulisan buku ini. Cut, Tami dan Hamni merupakan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka yang berkolaborasi dalam menghadirkan karya ilmiah di bawah bimbingan Dr. dr. Irena Ujianti, M.Biomed.

Buku ini merupakan hasil dari antusiasme penulis untuk berbagi kepada komunitas mahasiswa yang ingin memahami fisiologi dan ilmu-ilmu terkait, dengan cara yang sederhana. Selain itu, buku ini juga dapat digunakan sebagai referensi bagi para mahasiswa, khususnya pada bidang metabolisme endokrin. Kehadiran buku ini diharapkan meningkatkan pemahaman fisiologi dan ilmu-ilmu terkait di bidang metabolisme endokrin.

Akan tetapi pada akhirnya kami mengakui bahwa tulisan ini terdapat beberapa kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sebagaimana pepatah menyebutkan “tiada gading yang tidak retak” dan sejatinya kesempurnaan hanyalah milik tuhan semata. Maka dari itu, kami dengan senang hati secara terbuka untuk menerima berbagai kritik dan saran dari para pembaca sekalian, hal tersebut tentu sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya kami untuk terus melakukan perbaikan dan penyempurnaan karya selanjutnya di masa yang akan datang.

Terakhir, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan turut andil dalam seluruh rangkaian proses penyusunan dan penerbitan buku ini, sehingga buku ini bisa hadir di hadapan sidang pembaca. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Mei, 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

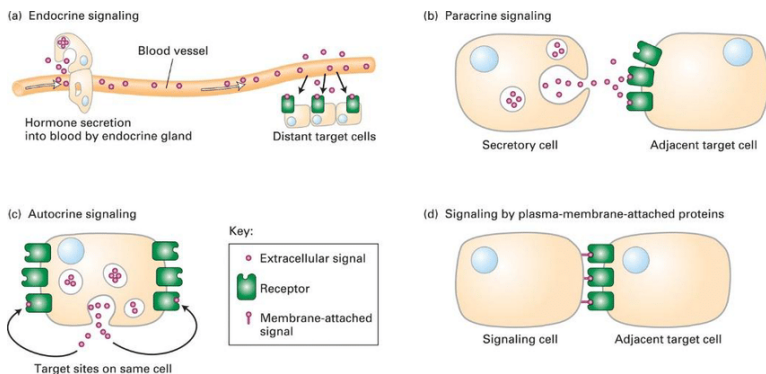
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 ENDOKRIN DAN METABOLISME	1
A. Konsep Endokrinologi dan Klasifikasi Hormon	1
B. Hormon Bebas dan Hormon Terikat.....	3
BAB 2 DIABETES	7
A. Hormon Insulin dan Kelenjar Pankreas	7
B. Diabetes, Tipe, dan Diagnosis.....	11
C. Komplikasi Diabetes	14
BAB 3 TIROID	19
A. Kelenjar Tiroid dan Hormon Tiroid.....	19
B. Mekanisme Sekresi Hormon Tiroid	21
C. Efek dari Hormon Tiroid	21
D. Gangguan pada Tiroid	23
BAB 4 KELENJAR ADRENAL	27
A. Kelenjar Adrenal, Jenis Hormon dan Mekanisme Kerja	27
B. Kondisi Patologis Kelenjar Adrenal.....	34
BAB 5 HYPOTALAMUS DAN PYUITARI	39
A. <i>Hypothalamus</i> dan <i>Pyuitari</i> (Hipofisis).....	39
B. Kasus Pubertas	57
C. Diskusi.....	58
D. Kesimpulan	61
DAFTAR PUSTAKA	62
PROFIL PENULIS	68

BAB 1

ENDOKRIN DAN METABOLISME

A. KONSEP ENDOKRINOLOGI DAN KLASIFIKASI HORMON

Hormon berarti "menggerakkan" dalam bahasa Yunani. Kelenjar endokrin tidak memiliki saluran, karena itu produknya (hormon) bersirkulasi dalam darah. Sementara kelenjar eksokrin memiliki saluran yang memungkinkan zat dikeluarkan ke dalam lumen usus atau pada kulit. Aksi endokrin berbeda dengan aksi parakrin dan autokrin karena hormon endokrin harus berjalan melalui aliran darah seperti terlihat pada gambar 1.1. Hormon juga dapat bekerja secara lokal atau parakrin dengan berdifusi dalam cairan interstitial, atau dapat bekerja secara autokrin pada sel asal.¹



Gambar 1.1 Tipe Komunikasi Sel

Tipe komunikasi sel: (a) persinyalan endokrin (b) persinyalan parakrin (c) persinyalan autokrin (d) persinyalan antar sel secara langsung²



DIABETES

A. HORMON INSULIN DAN KELENJAR PANKREAS

Pankreas merupakan salah satu organ manusia yang termasuk kedalam sistem endokrin, terletak di abdomen manusia. Pankreas sangat berperan dalam sistem pencernaan dan dalam pengaturan metabolisme tubuh terutama glukosa, lipid, dan protein secara normal. Pankreas memiliki dua fungsi utama, yaitu sebagai kelenjar eksokrin dan kelenjar endokrin. Kelenjar eksokrin merupakan kelenjar yang tidak melalui darah melainkan ada saluran khusus yaitu *ductus* pankreatikus yang terdiri dari *ductus* wirsungi dan *ductus* Santorini yang nantinya *ductus-ductus* tersebut akan bermuara di duodenum. *Ductus* tersebutlah yang menjadi saluran pembawa enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan kelenjar eksokrin pankreas. Sementara itu, kelenjar endokrin merupakan kelenjar yang melalui darah, hormon-hormon yang dihasilkan kelenjar endokrin pankreas akan melalui darah untuk melaksanakan tugasnya demi mengatur metabolisme tubuh dan mempertahankan kondisi homeostatis. *Pulau-pulau Langerhans* merupakan bagian dari pankreas yang merupakan tempat disekresinya hormon-hormon endokrin pankreas seperti insulin,

BAB 3

TIROID

A. KELENJAR TIROID DAN HORMON TIROID

Kelenjar tiroid mempunyai dua lobus besar yaitu lobus sinistra (kiri) dan lobus dextra (kanan), terletak pada bagian bawah depan laring, kelenjar tersebut mempunyai pembagi kecil yang memisahkan kanan dengan yang kiri yaitu *isthmus*, kelenjar ini sering disebut dengan kelenjar “kupu-kupu” karena bentuknya.⁶



Gambar 3.1 Anatomi Kelenjar Tiroid

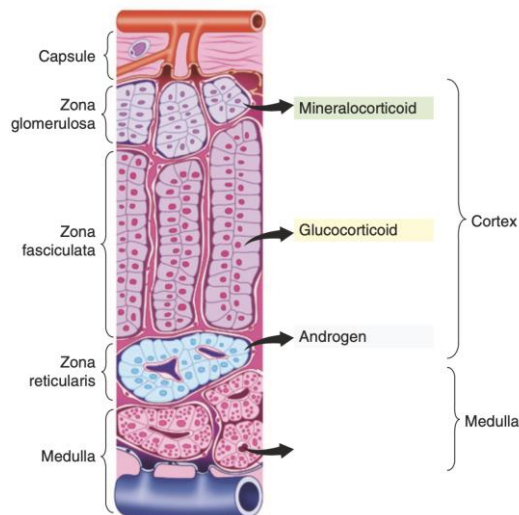
Dalam histologi kelenjar ini mempunyai koloid yang dikelilingi oleh sel sel folikel, koloid sendiri berisi tiroglobulin, hormon tiroid disintesis dan ditempatkan ditiroglobulin, sebelum menjadikan hormon tiroid kelenjar tiroid

BAB 4

KELENJAR ADRENAL

A. KELENJAR ADRENAL, JENIS HORMON DAN MEKANISME KERJA

Kelenjar adrenal dibagi menjadi tiga zona fungsional. Karena perbedaan ekspresi enzim, setiap zona menghasilkan jenis steroid adrenal yang berbeda. Mineralokortikoid diproduksi oleh zona luar glomerulosa (aldosteron). Zona *fasciculata* menghasilkan glukokortikoid (kortisol). Zona *reticularis* menghasilkan prekursor androgen adrenal (*androstenedione* dan *dehydroepiandrosterone* atau DHEA).



Gambar 4.1 Zona Kelenjar Adrenal, Kortex dan Medulla Kelenjar Adrenal



HYPOTALAMUS DAN PYTUITARI

A. *HYPOTHALAMUS DAN PYTUITARI (HIPOFISIS)*

Hypothalamus adalah bagian kecil dari otak yang berfungsi menerima stimulus secara langsung maupun tidak langsung dari seluruh bagian otak, *hypothalamus* berada pada *system* limbik yang memiliki beberapa fungsi yaitu sebagai pusat perilaku, pusat pengatur suhu, osmolalitas cairan dalam tubuh, pusat seksualitas, pusat dorongan untuk makan dan minum, pusat pengatur pertumbuhan tubuh, pusat emosional dan rasa senang. Hormon yang dihasilkan dari *hypothalamus* merupakan sumber peptida yang akan memancing stimulasi atau menghambat pelepasan hormon oleh kelenjar hipofisis anterior. Yang termasuk dalam hormon stimulator adalah *thyrotropin-releasing hormone* (TRH), *growth-hormone-releasing hormone* (GHRH), *corticotropin-releasing hormone* (CRH), dan *gonadotropin-releasing hormone* (GnRH), lalu yang termasuk hormon penghambat adalah *Growth-hormone-inhibiting-hormone* atau *somatostatin*, *GnRH associated peptide* (GAP). *Pytuitari* atau disebut juga Hipofisis merupakan kelenjar endokrin yang berbentuk lonjong sebesar biji kacang yang terletak dibawah *hypothalamus* lebih tepatnya di *sella turcica ossis sphenoidalis* dalam *cavum cranii*,

DAFTAR PUSTAKA

- Pfeiffer AFH, Keyhani-Nejad F. High Glycemic Index Metabolic Damage – a Pivotal Role of GIP and GLP-1. *Trends Endocrinol Metab* [Internet]. 2018;29(5):289–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tem.2018.03.003>
- Tan MI. Cell and molecular biology for diagnostic and therapeutic technology. *J Phys Conf Ser*. 2016;694(1).
- Campbell RK, Satoh N, Degnan BM. Piecing together evolution of the vertebrate endocrine system. *Trends Genet*. 2004;20(8):359–66.
- Kumar A, Kumari C, Mochan S, Kulanthasamy M, Sesham K, Sharma VK, et al. Endocrine System. In: *Encyclopedia of animal cognition and behavior*. Springer International Publishing; 2019. p. 1–26.
- Fröhlich E, Wahl R. The forgotten effects of thyrotropin-releasing hormone: Metabolic functions and medical applications. *Front Neuroendocrinol* [Internet]. 2019;52(August):29–43. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2018.06.006>
- Deepthi DM, Vaikkakara S, Patil A, Ganta S, Sachan A, Raghavendra K, et al. Effect of correction of hyperthyroidism with anti-thyroid drugs on the glycated hemoglobin in non-diabetic patients with primary hyperthyroidism. *Int J Endocrinol Metab* [Internet]. 2021;19(1). Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85102088259&doi=10.5812%2FIJEM.105751&partnerID=40&md5=de4678515911ffa83bc1f3a4e381dc6b>

- Hussein YQ, Mohammed WY, Al-Hasan AS, Al-Marsomi SM. Study of thyroid hormones for vitiligo patients in Al-Anbar governorate. *Indian J Forensic Med Toxicol* [Internet]. 2020;14(2):332–5. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85087386922&partnerID=40&md5=bd49f5ec08c82ae328b6d514e74b5562>
- Fitzgerald SP, Bean NG. Thyroid stimulating hormone (TSH) autoregulation reduces variation in the TSH response to thyroid hormones. *Temperature* [Internet]. 2018;5(4):380–9. Available from: <https://doi.org/10.1080/23328940.2018.1513110>
- Benvenga S, Tuccari G, Ieni A, Vita R. Thyroid Gland: Anatomy and Physiology. In: Huhtaniemi I, Martini LBT-E of ED (Second E, editors. *Thyroid Gland: Anatomy and Physiology* [Internet]. Oxford: Academic Press; 2018. p. 382–90. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128012383960227>
- Forhead AJ, Fowden AL. Thyroid hormones in fetal growth and parturition maturation. *J Endocrinol*. 2014;221(3).
- Mullur R, Liu YY, Brent GA. Thyroid hormone regulation of metabolism. *Physiol Rev*. 2014;94(2):355–82.
- Yamakawa H, Kato TS, Noh JY, Yuasa S, Kawamura A, Fukuda K, et al. Thyroid Hormone Plays an Important Role in Cardiac Function: From Bench to Bedside. *Front Physiol*. 2021;12(October):1–14.
- Talhada D, Santos CRA, Gonçalves I, Ruscher K. Thyroid hormones in the brain and their impact in recovery mechanisms after stroke. *Front Neurol*. 2019;10(OCT):1–16.

- Moon JY, Choi MH, Kim J. Metabolic profiling of cholesterol and sex steroid hormones to monitor urological diseases. *Endocr Relat Cancer*. 2016;23(10):R455–67.
- silverthorn DU. Silverthorn 7e, human physiology integrated approach.pdf. 6th ed. Kelsey K. Volker, Anne Scanlan-Rohrer, editors. Lake Ave., Glenview: Jones & Bartlett Publishers.; 2016. 1–890 p.
- Moreira AC, Antonini SR, De Castro M. A sense of time of the glucocorticoid circadian clock: from the ontogeny to the diagnosis of Cushing's syndrome. *Eur J Endocrinol*. 2018;179(1):1–18.
- Hardy RS, Raza K, Cooper MS. Endogenous glucocorticoids in inflammation: Contributions of systemic and local responses. *Swiss Med Wkly*. 2012;142:w13650-w13650.
- Galati SJ, Hopkins SM, Cheesman KC, Zhuk RA, Levine AC. Primary aldosteronism: Emerging trends. *Trends Endocrinol Metab* [Internet]. 2013;24(9):421–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tem.2013.05.003>
- Gupta S, Rana S, Das A, Kumar V, Rathi M, Kohli HS, et al. Case Report Intestinal Tuberculosis : A Rare Case of Massive Gastrointestinal Bleed in a Post - Renal Transplant Recipient. *Indian J Nephrol*. 2019;29(2):132–4.
- Romanò N, Shipston MJ. Anterior Pituitary and Pars Intermedia Space. In: *Hormonal Signaling in Biology and Medicine: Comprehensive Modern Endocrinology*. Academic Press; 2020. p. 145–69.
- Sherwood L. *Human Physiology: From Cells to Systems*, Ninth Edition. 9th ed. Boston: Cengage Learning; 2016. 960 p.
- Özsu E, Şıklar Z, Bilici E, Ceran A, Uyanık R, Çetin T, et al. Intramuscular short-term acth test for the determination of adrenal function in children: Safe, effective and reliable. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2020;12(3):241–7.

- Azmi NASM, Juliana N, Azmani S, Effendy NM, Abu IF, Teng NIMF, et al. Cortisol on circadian rhythm and its effect on cardiovascular system. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2):1–15.
- Korkmaz OP, Karayel B, Korkmaz M, Haliloglu O, Sahin S, Durcan E, et al. Reliability of the corticotropin releasing hormone stimulation test for differentiating between acth dependent and independent cushing syndrome. *Acta Endocrinol (Copenh)*. 2019;15(2):195–202.
- Ospina NS, Nofal A Al, Bancos I, Javed A, Benkhadra K, Kapoor E, et al. ACTH stimulation tests for the diagnosis of adrenal insufficiency: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2016;101(2):427–34.
- Chaudry H, Singh G. Cushing Syndrome Etiology. In: *Cushing Syndrome [Internet]*. 1st ed. Treasure Island: StartPearls Publisher; 2022. p. 80. Available from: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
- Lotfi CFP, Kremer JL, Passaia BDS, Cavalcante IP. The human adrenal cortex: Growth control and disorders. *Clinics*. 2018;73(suppl 1):1–14.
- Hinson J, Raven P, Chew S. The anterior pituitary. second. Ozoemena K, editor. *The Endocrine System*. London: Elsevier Ltd.; 2010. 39–51 p.
- Saleem M, Martin H, Coates P. Prolactin biology and laboratory measurement: An update on physiology and current analytical issues. *Clin Biochem Rev*. 2018;39(1):3–16.
- Grattan DR. The hypothalamo-prolactin axis. *J Endocrinol*. 2015;226(2):T101–22.
- Kim JH, Chae HW, Chin SO, Ku CR, Park KH, Lim DJ, et al. Diagnosis and treatment of growth hormone deficiency: A position statement from Korean endocrine society and Korean society of pediatric endocrinology. *Endocrinol Metab*. 2020;35(2):272–87.

- Kraemer WJ, Ratamess NA, Hymer WC, Nindl BC, Fragala MS. Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Development and Growth With Exercise. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11(33):33.
- Mirza U, Gul R. Molecular Cloning, Expression, Sequence Characterization and Structural Insight of Bubalus Bubalis Growth Hormone Receptor. *Mol Biotechnol*. 2022 Feb 11;1–14.
- Brown B, Wright C. Safety and efficacy of supplements in pregnancy. *Nutr Rev* [Internet]. 2020;78(10):813–26. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85090614326&doi=10.1093%2Fnutrit%2Fnuz101&partnerID=40&md5=2d21280560f5cc9be765669e8d758342>
- Nedresky D, Singh G. *Physiology, Luteinizing Hormone*. Treasure Island (FL): StatPearls; 2022. 9 p.
- Holesh JE, Bass AN, Lord M. *Physiology, Ovulation*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
- León I, Alonso ER, Mata S, Alonso JL. Shape of Testosterone. *J Phys Chem Lett*. 2021;12(29):6983–7.
- Westfield G, Kaiser UB, Lamb DJ, Ramasamy R. Short-Acting Testosterone: More Physiologic? *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11:572465.
- De Cássia Pereira Da Costa E Silva R, De Oliveira Moura KKV, Ribeiro CL, Guillo LA. Estrogen signaling in the proliferative endometrium: Implications in endometriosis. *Rev Assoc Med Bras*. 2016;62(1):72–7.
- Dinh A, Sriprasert I, Williams AR, Archer DF. A review of the endometrial histologic effects of progestins and progesterone receptor modulators in reproductive age women. *Contraception* [Internet]. 2015;91(5):360–7. Available from:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001078241500009>

8

Skinner MK. Encyclopedia of Reproduction [Internet]. Skinner MKBT-E of R (Second E, editor. Oxford: Academic Press; 2018. 674–681 p. Available from:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128096338205268>

Mlyczyńska E, Kieżun M, Kurowska P, Dawid M, Pich K, Respekta N, et al. New Aspects of Corpus Luteum Regulation in Physiological and Pathological Conditions: Involvement of Adipokines and Neuropeptides. *Cells*. 2022;11(6):957.

Sparapani S, Millet-Boureima C, Oliver J, Mu K, Hadavi P, Kalostian T, et al. The biology of vasopressin. *Biomedicines*. 2021;9(1):1–32.

Kim SC, Lee JE, Kang SS, Yang HS, Kim SS, An BS. The regulation of oxytocin and oxytocin receptor in human placenta according to gestational age. *J Mol Endocrinol*. 2017;59(3):235–43.

Stadler B, Whittaker MR, Exintaris B, Middendorff R. Oxytocin in the Male Reproductive Tract. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11(October):1–22.

Xu Y, Yan J, Tao Y, Qian X, Zhang C, Yin L, et al. Pituitary hormone α -MSH promotes tumor-induced myelopoiesis and immunosuppression. *Science (80-)* [Internet]. 2022 Sep 2;377(6610):1085–91. Available from: <https://doi.org/10.1126/science.abj2674>

PROFIL PENULIS

PROFIL PENULIS

Dr. dr. Irena Ujianti, M.Biomed.

The Akasia Serenity, Ciputat

Tangerang Selatan, Banten, 15414, Indonesia

Gender: Female

Birthdate: October 10, 1981

Nationality: Indonesian



Education

- | | |
|---------------------|--|
| Aug 2018 – Jul 2022 | <i>Ph.D, Faculty of Medicine, University of Indonesia, Depok, Indonesia</i> |
| Aug 2016 – Jul 2018 | <i>Master of Biomedical Sciences, Faculty of Medicine, University of Indonesia, Depok, Indonesia</i> |
| Aug 2000 – Jun 2006 | <i>Bachelor of Medicine, Faculty of Medicine, Sriwijaya University, Palembang, Indonesia</i> |

PROFIL PENULIS

Renasya Fadhilla Utami

Jl. Gn Sumbing, Rempoa, Ciputat Timur
Tangerang Selatan, Banten, 15412, Indonesia

Gender: Female

Birthdate: March 4, 2003

Nationality: Indonesian



Education

Aug 2022 – Now

*Faculty of Medicine, University of Prof. Dr. Hamka,
Tangerang, Indonesia*

PROFIL PENULIS

Nur Hamni Laila Qadriah

JL. Perum Alam Lestari B-05, Perawas, Tanjungpandan,
Belitung, 33413, Indonesia

Gender: Female

Birthdate: November 25, 2002

Nationality: Indonesian



Education

Aug 2022 – Now

*Faculty of Medicine, University of Prof. Dr. Hamka,
Tangerang, Indonesia*

PROFIL PENULIS

Cut Ashilah Haura

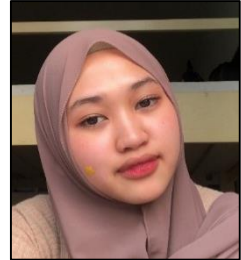
JL Luar Batang Jakarta Utara 14440,

Indonesia

Gender: Female

Birthdate: August, 28 2002

Nationality: Indonesian



Education

Aug 2022 – Now

*Faculty of Medicine, University of Prof. Dr. Hamka,
Tangerang, Indonesia*

FISIOLOGI ENDOKRIN

Irena Ujjanti merupakan dosen fisiologi kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Irena meraih gelar Doktor di bidang fisiologi dari Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Minat penelitiannya meliputi nutrisi dan penyakit metabolik. Irena telah menerbitkan beberapa artikel yang berkaitan dengan minat penelitiannya. Fokus utamanya adalah pada penerapan metode fisiologis dan biomolekular dalam investigasi diabetes melitus dan penyakit metabolik lainnya. Selain itu, Irena juga merupakan anggota Ikatan Dokter Indonesia (IDI), Perhimpunan Dokter Fisiologi Klinis Indonesia (PDFKI), Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia (IAIFI) Jakarta. Irena juga terlibat dalam beberapa proyek penelitian yang berkaitan dengan nutrisi dan penyakit metabolik.

Cut Ashilah Haura, Renasya Fadhilah Utami dan Nur Hamni Laila Qadariyah memberikan kontribusi dalam penulisan buku ini. Cut, Tami dan Hamni merupakan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka yang berkolaborasi dalam menghadirkan karya ilmiah di bawah bimbingan Dr. dr. Irena Ujjanti, M.Biomed.

Buku ini merupakan hasil dari antusiasme penulis untuk berbagi kepada komunitas mahasiswa yang ingin memahami fisiologi dan ilmu-ilmu terkait, dengan cara yang sederhana. Selain itu, buku ini juga dapat digunakan sebagai referensi bagi para mahasiswa, khususnya pada bidang metabolisme endokrin. Kehadiran buku ini diharapkan meningkatkan pemahaman fisiologi dan ilmu-ilmu terkait di bidang metabolisme endokrin.



Penerbit
widina
www.penerbitwidina.com

ISBN 978-623-459-472-0



9 786234 594720