

BIOLOGI UMUM

Penulis:

**Muhammad Dailami, Candra Yulius Tahya, Dharma Gyta Sari Harahap
Maharani Retna Duhita, Eko Sutrisno, Rudy Hidana, Agus Supinganto
Ratna Puspita, Rini Purbowati, Muh Sri Yusal
Hasria Alang, Eka Apriyanti**



BIOLOGI UMUM

Penulis:

Muhammad Dailami, Candra Yulius Tahya, Dharma Gyta Sari Harahap,
Maharani Retna Duhita, Eko Sutrisno, Rudy Hidana, Agus Supinganto, Ratna Puspita,
Rini Purbowati, Muh Sri Yusal, Hasria Alang, Eka Apriyanti

Desain Cover:

Ridwan

Tata Letak:

Atep Jejen

Proofreader:

Elin Marlina

ISBN:

978-623-6608-53-1

Cetakan Pertama:

Oktober, 2020

Hak Cipta 2020, Pada Penulis

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

Copyright © 2020

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

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

(Anggota IKAPI Cabang Jawa Barat)

No. 360/ALB/JBA/2020

Website: www.penerbitwidina.com

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

KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang teramat dalam dan tiada kata lain yang patut kami ucapkan selain mengucap rasa syukur. Karena berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, buku yang berjudul “Biologi Umum” telah selesai di susun dan berhasil diterbitkan, semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih keilmuan dan penambah wawasannya bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap pembahasan tentang Biologi

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.

Oktober, 2020

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| BAB 1 STRUKTUR DAN FUNGSI SEL SEBAGAI DASAR ORGANISME | 1 |
| A. Pendahuluan | 1 |
| B. Konsep Dasar Biologi dan Sejarah Kehidupan | 2 |
| C. Sel Sebagai Unit Kehidupan | 4 |
| D. Struktur Dasar dan Organisasi Sel | 5 |
| E. Struktur dan Fungsi Komponen Sel..... | 9 |
| F. Rangkuman Materi | 24 |
| G. Tugas dan Evaluasi | 25 |
| BAB 2 ORGANISASI MATERI PENYUSUN SEL | 27 |
| A. Pendahuluan..... | 27 |
| B. Unsur Makro dan Unsur Trace | 28 |
| C. Air dan pH..... | 30 |
| D. Makromolekul: Asam Nukleat, Karbohidrat, Protein, dan Lemak..... | 33 |
| E. Gula Pentosa..... | 34 |
| F. Gugus Fosfat..... | 35 |
| G. Karbohidrat..... | 35 |
| H. Protein..... | 39 |
| I. Lipid..... | 42 |
| J. Rangkuman Materi | 45 |
| K. Tugas dan Evaluasi | 46 |
| BAB 3 KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP | 49 |
| A. Pendahuluan..... | 49 |
| B. Keanekaragaman Makhluk Hidup..... | 50 |
| C. Keanekaragaman Gen | 52 |
| D. Rangkuman Materi | 61 |
| E. Tugas dan Evaluasi | 62 |
| BAB 4 METABOLISME: ANABOLISME DAN KATABOLISME | 65 |
| A. Pendahuluan..... | 65 |
| B. Metabolisme, Anabolisme, dan Katabolisme..... | 66 |

| | | |
|---|---|------------|
| C. | ATP Adalah Mata Uang Energi Universal Tubuh..... | 68 |
| D. | NADH, FADH ₂ , dan NADPH Dalam Biosintesis | 69 |
| E. | Ekstraksi Energi Dari Karbohidrat | 70 |
| F. | Ekstraksi Energi Dari Lemak..... | 76 |
| G. | Produk Akhir Katabolisme Lemak..... | 76 |
| H. | Ekstraksi Energi Dari Protein | 77 |
| I. | Produk Akhir Katabolisme Asam Amino | 77 |
| J. | Hormon Sebagai Regulator Metabolisme | 78 |
| K. | Rangkuman Materi | 79 |
| L. | Tugas dan Evaluasi | 80 |
| BAB 5 SISTEM PENCERNAAN PADA MAKHLUK HIDUP | | 83 |
| A. | Pendahuluan | 83 |
| B. | Proses Pencernaan Pada Manusia | 84 |
| C. | Organ Pencernaan Pada Manusia..... | 85 |
| D. | Makanan dan Kesehatan..... | 92 |
| E. | Kelainan Pada Sistem Pencernaan..... | 94 |
| F. | Pencernaan Pada Hewan Ruminansia | 95 |
| G. | Rangkuman Materi | 96 |
| H. | Tugas dan Evaluasi | 97 |
| BAB 6 SISTEM PEREDARAN DARAH | | 99 |
| A. | Pendahuluan..... | 99 |
| B. | Pengertian Sistem Peredaran Darah..... | 100 |
| C. | Sistem Peredaran Darah Terbuka | 100 |
| D. | Sistem Peredaran Darah Tertutup | 101 |
| E. | Sistem Peredaran Darah Pada Hewan | 101 |
| F. | Sistem Peredaran Darah Pada Manusia | 103 |
| G. | Organ Dalam Sistem Peredaran Darah Manusia | 104 |
| H. | Mekanisme Sistem Peredaran Darah Manusia | 107 |
| I. | Gangguan Pada Sistem Peredaran Darah Manusia | 108 |
| J. | Rangkuman Materi | 108 |
| K. | Tugas dan Evaluasi | 109 |
| BAB 7 SISTEM PERNAFASAN DAN EKSRESI..... | | 111 |
| A. | Pendahuluan..... | 111 |
| B. | Kelaianan Pada Alat Pernafasan | 114 |
| C. | Sistem Ekskresi Pada Manusia..... | 115 |

| | |
|---|------------|
| D. Masalah Kesehatan Yang Terjadi Pada Paru-Paru | 115 |
| E. Masalah Kesehatan Pada Hati | 117 |
| F. Masalah Kesehatan Pada Ginjal..... | 119 |
| G. Masalah Kesehatan Pada Kulit | 120 |
| H. Rangkuman Materi | 121 |
| I. Tugas dan Evaluasi | 121 |
| BAB 8 SISTEM KOORDINASI SISTEM SARAF..... | 123 |
| A. Pendahuluan..... | 123 |
| B. Rincian Pembahasan Materi..... | 124 |
| 1. Dasar Sistem Saraf | 124 |
| 2. Bagian Serta Fungsi Sistem Saraf | 126 |
| C. Otak..... | 128 |
| D. Koordinasi Saraf..... | 133 |
| E. Rangkuman Materi | 138 |
| F. Tugas dan Evaluasi | 138 |
| BAB 9 SISTEM ENDOKRIN | 141 |
| A. Pendahuluan | 141 |
| B. Kimiawi Hormon | 142 |
| C. Pengaturan Hormone..... | 142 |
| D. Macam Kelenjar Endokrin Dan Hormonnya | 144 |
| E. Mekanisme Kerja Hormon | 156 |
| F. Rangkuman Materi | 158 |
| G. Tugas dan Evaluasi | 163 |
| BAB 10 SISTEM REPRODUKSI | 165 |
| A. Pendahuluan..... | 165 |
| B. Sistem Reproduksi Makhluk Hidup..... | 166 |
| C. Sistem Reproduksi Pada Manusia..... | 175 |
| D. Sistem Reproduksi Pada Tumbuhan | 182 |
| E. Rangkuman Materi | 187 |
| F. Tugas dan Evaluasi | 188 |
| BAB 11 DASAR SELULAR REPRODUKSI DAN POLA PEWARISAN | |
| SIFAT (HEREDITAS) | 191 |
| A. Pendahuluan..... | 191 |
| B. Materi Genetik..... | 192 |
| C. Reproduksi Sel Pada Aseluler | 194 |

| | |
|--|------------|
| D. Reproduksi Prokaryotik..... | 194 |
| E. Reproduksi Eukaryotik | 195 |
| F. Hukum Mendel | 203 |
| G. Contoh Hereditas Pada Manusia | 205 |
| H. Rangkuman Materi | 206 |
| I. Tugas dan Evaluasi | 207 |
| BAB 12 MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGAN | 209 |
| A. Pendahuluan..... | 209 |
| B. Konsep-Konsep Ekosistem..... | 210 |
| a. Komponen Ekosistem..... | 211 |
| b. Energi Dalam Ekosistem | 212 |
| c. Aliran Energi Dan Daur Materi Dalam Ekosistem | 214 |
| C. Hubungan Lingkungan Dengan Organisme | 221 |
| D. Rangkuman Materi | 224 |
| E. Tugas dan Evaluasi | 225 |
| PROFIL PENULIS | 227 |
| GLOSARIUM | 235 |



BAB 9

SISTEM ENDOKRIN

Rini Purbowati, S.Si, M.Si
Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

A. PENDAHULUAN

Sistem endokrin merupakan sistem pengatur tubuh, terdiri dari kelenjar–kelenjar endokrin yang mengeluarkan bahan kimia disebut **hormon**. Jenis kelenjar, dan nama-nama hormon yang dikeluarkan, ditunjukkan pada Gambar. 9.1. **Kelenjar endokrin** tidak memiliki saluran tertentu untuk membawa hasil sekresinya ke tempat tertentu. Sehingga hormon disekresikan langsung ke kapiler darah dan bersirkulasi dalam sistem peredaran darah ke seluruh tubuh. Setiap hormon memberikan efek yang sangat spesifik pada organ tertentu, yang disebut **organ target** atau **jaringan target**.

Secara umum, sistem endokrin dan hormon-hormonnya membantu mengatur pertumbuhan, penggunaan makanan untuk menghasilkan energi, ketahanan terhadap stres, pH cairan tubuh dan keseimbangan cairan, serta reproduksi. Tujuan umum mempelajari Bab ini Anda diharapkan dapat memahami fungsi spesifik dari hormon dan bagaimana masing-masing berkontribusi pada untuk menciptakan homeostasis tubuh. Tujuan khusus Anda diharapkan dapat menjelaskan hal-hal yang berhubungan dengan: 1) Kimiawi Hormon, 2) Pengaturan Hormon 3) Macam Kelenjar Endokrin dan Hormonnya, 4) Mekanisme Aksi Hormon

B. RINCIAN PEMBAHASAN MATERI

1. KIMIAWI HORMON

Berdasarkan struktur kimianya, hormon dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu amina, peptide dan steroid.

1). **Amina** – merupakan hormon sederhana yang berupa variasi struktural dari asam amino tirosin. Kelompok ini meliputi tiroksin dari kelenjar tiroid dan epinefrin dan norepinefrin dari medula adrenal.

2). **Peptida** - hormon ini berupa rangkaian rantai asam amino. Insulin dari pankreas, hormon pertumbuhan dari kelenjar hipofisis anterior, dan kalsitonin dari kelenjar tiroid semuanya merupakan protein. Rantai asam amino pendek disebut sebagai **peptida**. Banyak peptida berfungsi sebagai neurotransmitter (atau neuromodulator) dan sebagai hormon. Sebagai contoh, sebagian besar hormon yang dikeluarkan oleh kelenjar endokrin di saluran pencernaan (misalnya, cholecystokinin) juga diproduksi oleh neuron di otak yang berfungsi sebagai neurotransmitter.

3). **Steroid** - kolesterol merupakan prekursor untuk hormon steroid, hormon ini meliputi kortisol dan aldosteron dari korteks adrenal, estrogen dan progesteron dari ovarium, serta testosteron dari testis. Sel-sel yang memproduksi hormon-hormon ini mensintesis beberapa kolesterolnya sendiri, tetapi sebagian besar berasal dari plasma.

2. PENGATURAN HORMONE

1. Sekresi Hormon

Beberapa hormon, seperti norepinefrin dan epinefrin, disekresikan dalam beberapa detik setelah kelenjar di stimulasi, dan mereka mungkin beraksi secara penuh dalam beberapa detik hingga menit; aksi hormon lain, seperti tiroksin atau hormon pertumbuhan, mungkin membutuhkan waktu berbulan-bulan untuk berpengaruh secara penuh. Dengan demikian,

masing-masing hormon yang berbeda memiliki karakteristik onset mereka sendiri dan durasi aksi masing-masing dirancang untuk melakukan fungsi kontrol spesifiknya.

Konsentrasi hormon diperlukan untuk mengontrol sebagian besar metabolisme dan endokrin fungsinya sangat kecil. Konsentrasinya di dalam darah berada pada rentang dari yang paling sedikit 1 picogram (yaitu sepersejuta dari sepersejuta gram) dalam setiap mililiter darah

hingga paling banyak beberapa mikrogram (beberapa sepersejuta gram) per mililiter darah.

2. Kontrol Umpan Balik dari Sekresi Hormon

Umpan balik negatif mencegah overkapasitas dalam sistem hormon. Meskipun konsentrasi plasma terhadap banyak hormon berfluktuasi dalam menanggapi berbagai rangsangan itu terjadi sepanjang hari, semua hormon yang dipelajari tampaknya sangat dikendalikan dengan ketat. Variabel yang dikendalikan seringkali bukan tingkat sekresi hormon itu sendiri tetapi tingkat aktivitas jaringan target. Oleh karena itu, ketika jaringan target aktivitasnya naik pada tingkat yang sesuai akan memberikan sinyal umpan balik ke kelenjar endokrin yang cukup kuat untuk memperlambat sekresi hormon secara lebih lanjut. Lonjakan Hormon Dapat Terjadi melalui Umpan Balik Positif. Pada beberapa kasus, umpan balik positif terjadi ketika aksi biologis hormon menyebabkan sekresi yang lebih banyak dari suatu hormon.

Variasi Siklus Terjadi pada Pelepasan Hormon. Tumpang tindih pada kontrol umpan balik negatif dan kontrol umpan balik positif sekresi hormon merupakan variasi periodik dalam pelepasan hormon yang dipengaruhi oleh perubahan musiman, berbagai tahap perkembangan dan proses penuaan, siklus harian (harian), dan tidur. Sebagai contoh, sekresi hormon pertumbuhan meningkat selama periode awal tidur tetapi berkurang selama tahapan tidur. Dalam

banyak kasus, variasi siklus dalam sekresi hormon ini terjadi karena perubahan aktivitas jalur saraf yang terlibat dalam mengendalikan hormon

3. Transportasi Hormon dalam Darah

Hormon yang larut dalam air (peptida dan katekolamin) terlarut di dalam plasma dan diangkut dari tempat sintesisnya ke jaringan target, di mana mereka berdifusi keluar dari kapiler, ke cairan interstitial, dan akhirnya ke sel target. Sebaliknya, hormon-hormon steroid dan tiroid bersirkulasi dalam darah terutama terikat dengan protein plasma. Biasanya kurang dari 10 persen hormon steroid atau tiroid di dalam plasma berada dalam bentuk bebas dalam larutan. Misalnya, lebih dari 99 persen tiroksin dalam darah terikat pada protein plasma

4. "Pembersihan" Hormon dari Darah

Terdapat dua faktor yang dapat meningkatkan atau menurunkan konsentrasi hormon dalam darah. Yang pertama adalah tingkat sekresi

hormon ke dalam darah. Yang kedua adalah tingkat penghilangan hormon dari darah, yang disebut sebagai tingkat pembersihan metabolik. Ini biasanya dinyatakan dalam jumlah mililiter plasma yang dibersihkan dari hormon per menit.

Hormon "dibersihkan" dari plasma dengan beberapa cara, antara lain:

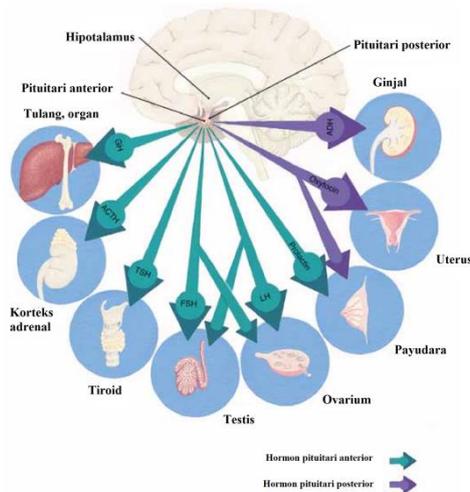
1. Penghancuran secara metabolisme oleh jaringan
2. Terikat dengan jaringan
3. Ekskresi oleh hati ke dalam empedu, dan
4. Ekskresi oleh ginjal ke dalam urin.

C. MACAM KELENJAR ENDOKRIN DAN HORMONNYA

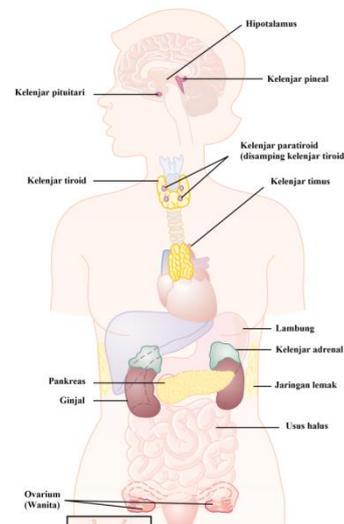
1. Kelenjar Pituitary

Kelenjar pituitari (atau hipofisis) letaknya menggantung pada tangkai (infundibulum) dari hipotalamus dan tertutup oleh sella turcica dari tulang sphenoid. Meskipun ukurannya kecil, namun kelenjar pituitari mengatur banyak fun

gsi tubuh. Dua bagian utamanya adalah kelenjar hipofisis posterior (neurohypophysis), yaitu perpanjangan jaringan saraf hipotalamus, dan kelenjar hipofisis anterior (adenohypophysis), yang merupakan jaringan kelenjar terpisah. Semua hormon kelenjar pituitari dan organ targetnya adalah ditunjukkan pada Gambar. 9.2.



Gambar 9.1. Hormon dari kelenjar pituitari dan organ targetnya (Sanders and Valerie, 2006)



Gambar 9.2. Letak secara anatomi kelenjar endokrin dan jaringannya ada tubuh (Guyton and Hall, 2006)

a. Hormon Antidiuretik

Hormon antidiuretik/ **Antidiuretic hormone** (ADH, juga disebut vasopresin) meningkatkan reabsorpsi air oleh tubulus ginjal, sehingga mengurangi jumlah urin yang

terbentuk. Air tersebut diserap kembali ke dalam darah, sehingga air kemih yang dikeluarkan menurun, volume darah meningkat, yang membantu menjaga tekanan darah normal. ADH juga mengurangi berkeringat, tetapi jumlah air yang tersimpan jauh lebih sedikit daripada yang jumlah air yang tersimpan oleh ginjal.

Stimulus untuk sekresi ADH adalah berkurang kadar air tubuh. Jika terlalu banyak air yang hilang misalnya melalui keringat atau diare, osmoreseptor di hipotalamus mendeteksi peningkatan "kadar garam" cairan tubuh. Hipotalamus kemudian mentransmisikan impuls ke hipofisis posterior untuk meningkatkan sekresi ADH dan mengurangi kehilangan lebih banyak air dalam urin.

b. Oksitosin

Oksitosin merangsang kontraksi uterus di rahim pada akhir kehamilan dan merangsang pelepasan ASI dari kelenjar susu. Saat persalinan dimulai, serviks uterus meregang, yang menghasilkan impuls sensorik ke hipotalamus, yang kemudian merangsang posterior hipofisis untuk melepaskan oksitosin. Oksitosin kemudian menyebabkan kontraksi yang kuat dari otot polos (miometrium) uterus untuk menghasilkan persalinan bayi dan pengeluaran plasenta. Sekresi oksitosin merupakan salah satu dari beberapa mekanisme umpan balik positif di dalam tubuh, dan rem eksternal atau penutup siklus umpan balik adalah kelahiran bayi dan pengeluaran plasenta. Telah diketahui bahwa plasenta itu sendiri mengeluarkan oksitosin pada akhir kehamilan dan dalam jumlah yang jauh lebih tinggi dari kelenjar hipofisis posterior. Penelitian terus dilakukan untuk menentukan mekanisme yang tepat dan peran plasenta yang tepat. Ketika bayi menyusu pada ibu, isapan bayi merangsang impuls sensorik dari puting susu ibu ke hipotalamus. Impuls saraf dari hipotalamus ke hipofisis posterior menyebabkan pelepasan oksitosin, yang merangsang kontraksi sel otot halus di sekitar saluran kelenjar susu. Pengeluaran air susu pada

kadang-kadang disebut refleks "milk let-down". ADH dan oksitosin merupakan hormon peptida dengan struktur yang sama, masing-masing terdiri dari sembilan asam amino.

2. KELENJAR PITUITARY ANTERIOR

Hormon dari kelenjar pituitari anterior mengatur banyak fungsi tubuh. Fungsi hormon tersebut diatur melalui pelepasan hormon dari hipotalamus. Hormon-hormon pelepas ini disekresikan ke dalam kapiler di hipotalamus dan melewati vena portal hypophyseal ke jaringan kapiler lain di kelenjar hipofisis anterior. Di sini, hormon yang dilepaskan kemudian diserap dan merangsang sekresi hormon hipofisis anterior. Jalur sirkulasi yang singkat namun terspesialisasi. Jalur ini memungkinkan pelepasan hormon dengan cepat merangsang hipofisis anterior, tanpa harus melewati sirkulasi darah umum.

a. Hormon pertumbuhan

Hormon pertumbuhan/ **Growth hormone** (GH) juga disebut somatotropin, dan memang berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan. GH merangsang sel untuk menghasilkan insulin-like growth factor (IGFs), molekul perantara yang dihasilkan akibat fungsi GH. Hormon pertumbuhan meningkatkan pengangkutan asam amino ke dalam sel, dan meningkatkan tingkat sintesis protein. Asam amino tidak dapat disimpan dalam tubuh, jadi ketika tersedia, asam amino tersebut harus digunakan dalam sintesis protein. Kelebihan asam amino akan diubah menjadi karbohidrat atau lemak, untuk penyimpanan energi. Hormon pertumbuhan memastikan bahwa asam amino akan digunakan untuk sintesis protein jenis apa pun yang diperlukan tubuh, sebelum asam amino dapat diubah menjadi karbohidrat. Hormon pertumbuhan juga merangsang pembelahan sel dalam jaringan. Fungsi-fungsi ini berkontribusi pada pertumbuhan tubuh selama masa kanak-kanak, terutama pertumbuhan tulang dan otot.

Sekresi GH diatur oleh pelepasan dua hormon dari hipotalamus. **Growth hormone-releasing hormone (GHRH)**, yang meningkatkan sekresi GH, diproduksi selama hipoglikemia dan selama berolahraga. Stimulus lain untuk GHRH adalah kadar asam amino darah tinggi; GH yang dikeluarkan akan memastikan konversi asam amino ini menjadi protein. Somatostatin juga bisa disebut **growth hormone inhibiting hormone (GHIH)**, dan, sesuai namanya hormon ini dapat mengurangi sekresi GH. Somatostatin diproduksi selama hiperglikemia.

b. Thyroid-Stimulating Hormone

Thyroid-Stimulating Hormone (TSH) juga disebut thyrotropin, dan organ targetnya adalah kelenjar tiroid. TSH merangsang pertumbuhan normal tiroid dan sekresi tiroksin (T4) dan triiodothyronine (T3). Sekresi TSH dirangsang oleh hormon thyrotropinreleasing (TRH) dari hipotalamus. Ketika tingkat metabolisme (produksi energi) menurun, TRH diproduksi.

c. Adrenocorticotrophic Hormone

Adrenocorticotrophic Hormone (ACTH) merangsang sekresi kortisol dan hormon lain oleh korteks adrenal. Sekresi ACTH meningkat seiring dengan pelepasan corticotropin-releasing hormone (CRH) (CRH) dari hipotalamus. CRH diproduksi pada semua jenis dan pada kondisi stres fisiologis seperti cedera, penyakit, olahraga, atau hipoglikemia (kelaparan adalah stres).

d. Prolaktin

Prolaktin, dilihat dari namanya, bertanggung jawab dalam proses laktasi. Lebih tepatnya, prolaktin mengawasi dan mempertahankan produksi susu oleh kelenjar susu. Regulasi sekresi prolaktin merupakan hal yang kompleks, yang melibatkan baik prolactin-releasing hormone (PRH) dan prolactin-inhibiting hormone (PIH) dari hipotalamus. Kelenjar susu harus merespons terlebih dahulu oleh rangsangan dari hormon lain seperti estrogen dan progesteron, yang disekresikan

dalam jumlah besar oleh plasenta selama kehamilan. Kemudian, setelah pengeluaran bayi, sekresi prolaktin meningkat dan ASI diproduksi. Jika ibu terus menyusui, kadar prolaktin akan tetap tinggi.

e. Hormon Follicle-Stimulating Hormone

Hormon **Follicle-Stimulating Hormone (FSH)** adalah salah satunya hormon gonadotropik; yaitu, hormon yang memiliki efek pada gonad: ovarium atau testis. Nama FSH diambil dari salah satu fungsi khususnya pada wanita. Di dalam folikel ovarium mengandung sel telur potensial. FSH merangsang pertumbuhan folikel ovarium; hingga perkembangan telur dalam siklus sekitar 28 hari. FSH juga merangsang sekresi estrogen oleh sel-sel folikel. Pada pria, FSH memulai produksi sperma di dalam testis. Sekresi FSH dirangsang oleh hipotalamus, yang menghasilkan **gonadotropin-releasing hormone (GnRH)**. Sekresi FSH berkurang seiring dengan pelepasan inhibin, hormon yang diproduksi oleh ovarium atau testis.

f. **Luteinizing hormone**

Luteinizing hormone (LH) merupakan hormon gonadotropik lainnya. Pada wanita, LH bertanggung jawab untuk ovulasi, pelepasan sel telur yang matang dari folikel ovarium. LH kemudian merangsang folikel tersebut untuk berkembang menjadi corpus luteum, yang mengeluarkan progesteron, juga dibawah pengaruh LH. Pada pria, LH merangsang sel interstitial dari testis untuk mengeluarkan testosteron. LH disebut juga ICSH, interstitial cell stimulating hormone. Sekresi LH juga diatur oleh GnRH dari hipotalamus

3. KELENJAR TIROID

Kelenjar tiroid terletak di bagian depan dan samping trakea tepat di bawah laring. Dua lobusnya dihubungkan oleh bagian tengah yang disebut isthmus. Unit struktural kelenjar tiroid disebut folikel tiroid, yang menghasilkan tiroksin (T4) dan triiodothyronine (T3). Yodium diperlukan untuk sintesis horm

on-hormon ini; tiroksin mengandung empat atom yodium, dan T3 mengandung tiga atom yodium. Hormon ketiga yang diproduksi oleh kelenjar tiroid adalah kalsitonin, yang disekresikan oleh sel parafollicular. Fungsinya sangat berbeda dari tiroksin dan T3.

a) **TIROKSIN AND T3**

Tiroksin (T4) dan T3 memiliki fungsi yang sama antara lain pengaturan produksi energi dan sintesis protein, yang berkontribusi pada pertumbuhan tubuh dan fungsi normal tubuh sepanjang kehidupan. Tiroksin dan T3 meningkatkan metabolisme sel dari semua jenis makanan (karbohidrat, lemak, dan asam amino berlebih) dan dengan demikian meningkatkan produksi energi dan panas. Selain itu juga meningkatkan laju sintesis protein di dalam sel. Produksi normal tiroksin dan T3 sangat penting untuk pertumbuhan fisik, perkembangan mental secara normal, dan pematangan sistem reproduksi. Hormon-hormon ini merupakan hormon yang paling penting sebagai regulator tingkat metabolisme sehari-hari; aktivitasnya tercermin dalam fungsi otak, otot, jantung, dan hampir semua organ lain dalam tubuh.

Sekresi tiroksin dan T3 dirangsang oleh **thyroid-stimulating hormone (TSH)** dari kelenjar hipofisis anterior. Ketika tingkat metabolisme (produksi energi) menurun, dan perubahan ini terdeteksi oleh hipotalamus, kemudian akan disekresikan thyrotropin releasing hormone

(TRH). TRH merangsang hipofisis anterior untuk mengeluarkan TSH, yang merangsang tiroid untuk melepaskan tiroksin dan T3, yang berfungsi untuk meningkatkan laju metabolisme sehingga meningkatkan produksi energi. Mekanisme umpan balik negatif ini kemudian menghentikan sekresi TRH dari hipotalamus hingga laju metabolisme menurun kembali.

b) **CALCITONIN**

Kalsitonin menurunkan reabsorpsi kalsium dan fosfat dari tulang ke darah, dengan demikian menurunkan kadar mineral kalsium dan fosfat dalam darah. Melalui m

ekanisme ini, kalsitonin berperan membantu menjaga kadar kalsium dan fosfat normal dalam darah dan juga membantu menjaga matriks tulang yang stabil dan kuat. Telah diketahui bahwa kalsitonin memberikan efek paling penting selama masa kecil, ketika tulang tumbuh. Stimulus sekresi kalsitonin adalah hiperkalsemia, yaitu suatu kondisi dimana kadar kalsium darah tinggi. Ketika kalsium darah tinggi, kalsitonin memastikan tidak ada lagi kalsium yang akan dikeluarkan dari tulang sampai ada kebutuhan yang lebih banyak terhadap kalsium dalam darah.

4. KELENJAR PARATHYROID

Ada empat kelenjar paratiroid: dua di belakang dari setiap lobus kelenjar tiroid. Hormon yang mereka hasilkan disebut hormon paratiroid.

a. **HORMONE PARATHYROID**

Parathyroid hormone (PTH) berperan secara antagonis terhadap kalsitonin dan penting untuk menjaga kadar kalsium dan fosfat dalam darah normal. Sasaran organ PTH adalah tulang, usus kecil, dan ginjal. PTH meningkatkan reabsorpsi kalsium dan fosfat dari tulang ke darah, sehingga meningkat tingkat kalsium dan fosfat dalam darah. Penyerapan kalsium dan fosfat dari makanan di usus kecil, yang juga membutuhkan vitamin D, ditingkatkan oleh PTH. Hormon ini juga meningkatkan kadar mineral dalam darah. Di ginjal, PTH merangsang aktivasi vitamin D dan meningkatkan reabsorpsi kalsium dan pengeluaran fosfat (lebih dari yang diperoleh dari tulang). Oleh karena itu, efek keseluruhan dari PTH adalah untuk menaikkan kadar kalsium darah dan menurunkan tingkat fosfat dalam darah.

Sekresi PTH dirangsang oleh hipokalsemia, kadar kalsium darah rendah, dan dihambat oleh hiperkalsemia. hormon-hormon ini secara bersama-sama, menjaga kalsium darah dalam kisaran normal. Kalsium dalam darah

sangat penting untuk proses pembekuan darah dan untuk aktivitas neuron dan sel otot secara normal. Kondisi hipersekresi PTH secara berkelanjutan, seperti

yang disebabkan oleh tumor paratiroid, akan menghilangkan kalsium dari tulang dan membuat tulang menjadi rapuh. Gangguan terhadap PTH akan menyebabkan Hiperparatiroidisme dan Hipoparatiroidisme

Hiperparatiroidisme merupakan suatu kondisi ini disebabkan oleh tumor jinak atau hiperplasia dari kelenjar paratiroid. Akibatnya, ada sekresi berlebihan dari hormon paratiroid, dan kadar kalsium darah naik hingga 15 mg / 100 mL dari tingkat normal yaitu 10 mg / 100 mL. Peningkatan kadar kalsium darah pada penyakit ini dapat menyebabkan batu ginjal berulang sebagai akibat dari penumpukan garam kalsium ke dalam urin. Kadar kalsium darah yang tinggi juga memengaruhi sistem saraf pusat dan perifer.

Hipoparatiroidisme merupakan suatu kondisi paling sering disebabkan oleh cedera atau pengangkatan kelenjar selama prosedur bedah pada kelenjar tiroid. Gejala utama dan tanda-tanda kalsium darah rendah adalah mati rasa dan kesemutan di jari tangan dan kaki dan kram otot di tangan dan kaki. Kram ini disebut kejang carpopedal. Kejang otot, atau tetani, juga dapat terjadi pada otot wajah atau laring. Sistem saraf pusat juga mungkin terlibat, sebagaimana dibuktikan oleh tanda-tanda kebingungan mental dan kehilangan memori.

5. PANKREAS

Pankreas terletak di kuadran kiri atas rongga perut, memanjang dari lengkung duodenum ke limpa. Pankreas berperan sebagai kelenjar eksokrin (pencernaan) sekaligus juga sebagai kelenjar endokrin, hanya fungsi endokrin yang akan dibahas di sini. Sel-sel penghasil hormon pankreas disebut pulau Langerhans (pulau pankreas); mengandung sel alfa yang menghasilkan glukagon dan sel beta yang menghasilkan insulin.

a. Glucagon

Glukagon merangsang hati untuk mengubah glikogen menjadi glukosa (proses ini dis

ebut glikogenolisis, yang secara harfiah berarti "pemecahan glikogen") dan meningkat penggunaan lemak dan kelebihan asam amino untuk produksi energi. Proses glukoneogenesis (secara harfiah, "Membuat

glukosa baru") adalah konversi kelebihan asam amino menjadi karbohidrat sederhana yang bisa masuk dalam reaksi respirasi sel. Efek keseluruhan dari glukagon adalah untuk meningkatkan kadar glukosa darah dan memungkinkan semua jenis makanan terlibat dalam proses produksi energi. Sekresi glukagon dirangsang oleh keadaan hipoglikemia yaitu kadar glukosa darah yang rendah. Keadaan seperti itu dapat terjadi di antara waktu makan atau selama situasi stres fisiologis seperti olahraga

b. Insulin

Insulin meningkatkan pengangkutan glukosa dari darah ke dalam sel dengan meningkatkan permeabilitas membran sel menjadi glukosa. (Otak, hati, dan sel ginjal, tidak tergantung pada insulin untuk asupan glukosa.) Begitu masuk ke dalam sel, glukosa digunakan dalam respirasi sel untuk menghasilkan energi. Otot, hati dan kerangka juga mengubah glukosa menjadi glikogen (glikogenesis, yang berarti "produksi glikogen") menjadi simpanan glukosa untuk digunakan nanti. Insulin juga penting dalam metabolisme jenis makanan lainnya; hal tersebut memungkinkan sel untuk menggunakan asam lemak dan asam amino untuk digunakan dalam proses sintesis lipid dan protein (bukan produksi energi). Tanpa insulin, kadar lipid dalam darah cenderung meningkat dan sel menumpuk asam lemak yang berlebih. Insulin dan glukagon memiliki fungsi antagonis. Insulin adalah hormon vital; kita tidak bisa bertahan hidup lama tanpa insulin. Kekurangan insulin atau menurunnya fungsi insulin dalam tubuh disebut diabetes mellitus. Sekresi insulin dirangsang oleh keadaan hiperglikemia yaitu kadar glukosa darah yang tinggi. Keadaan ini terjadi setelah makan, terutama makanan yang tinggi karbohidrat. Ketika glukosa diserap dari usus kecil dan

masuk ke dalam darah, insulin dikeluarkan untuk mengaktifkan sel sehingga dapat menggunakan glukosa untuk segera diubah menjadi energi.

6. KELENJAR ADRENAL

Terdapat 2 kelenjar adrenal yaitu terletak satu di atas masing-masing ginjal, sehingga memiliki nama lain kelenjar suprarenal. Setiap kelenjar adrenal terdiri dari dua bagian: medula adrenal dalam dan korteks adrenal luar. Hormon yang diproduksi oleh masing-masing bagian memiliki fungsi yang sangat berbeda.

a. Medulla Adrenal

Sel-sel medula adrenal mengeluarkan epinefrin dan norepinefrin, yang secara kolektif disebut katekolamin dan bersifat simpatomimetik. Sekresi kedua hormon ini distimulasi oleh impuls simpatis dari hipotalamus.

Epinefrin dan Norepinefrin

Epinefrin (Adrenalin) dan norepinefrin (noradrenalin) keduanya disekresikan dalam situasi stres dan membantu mempersiapkan tubuh untuk "berkelahi atau melarikan diri." Norepinefrin disekresi dalam jumlah kecil, dan fungsi utama yang signifikan adalah menyebabkan vasokonstriksi di kulit, organ-organ dalam, dan otot rangka (di sepanjang tubuh), sehingga meningkatkan tekanan darah. Epinefrin disekresikan dalam jumlah yang lebih besar, berfungsi meningkatkan detak jantung dan kekuatan kontraksi dan merangsang vasokonstriksi pada kulit dan organ-organ dalam dan vasodilatasi pada otot rangka. Termasuk juga melebarkan bronkiolus, mengurangi peristaltik, merangsang hati untuk mengubah glikogen menjadi glukosa, meningkatkan penggunaan lemak dalam produksi energi, dan meningkatkan laju respirasi sel. Merespon kondisi stres merupakan hal yang sangat penting sehingga tubuh melakukan tindakan yang berlebihan (yaitu, melebihi apa yang diperlukan, atau berulang ulang) dan melibatkan baik mekanisme saraf dan mekanisme hormonal.

Korteks

b. Adrenal

Korteks adrenal mensekresikan tiga jenis hormon steroid: mineralokortikoid, glukokortikoid, dan seks hormon. Hormon seks yaitu estrogen "perempuan" dan androgen "jantan" (mirip dengan testosteron), diproduksi dalam jumlah yang sangat kecil, namun fungsinya tidak diketahui secara pasti.

Aldosteron

Aldosteron merupakan hormon mineralokortikoid yang paling banyak sehingga hormon ini akan digunakan sebagai perwakilan dari kelompoknya. Organ target aldosteron adalah ginjal, tetapi ada efek sekunder yang juga berperan penting. Aldosteron dapat meningkatkan reabsorpsi natrium dan ekskresi kalium oleh tubulus ginjal. Ion natrium (Na) dikembalikan ke darah, dan ion kalium (K) diekskresikan dalam urin. Ketika ion Na diserap kembali, ion hidrogen (H) dapat diekskresikan sebagai pertukarannya. Suatu mekanisme untuk mencegah akumulasi ion

H berlebih sehingga akan menyebabkan asidosis cairan tubuh. Selain itu ion Na diserap kembali, ion negatif seperti klorida (Cl) dan bikarbonat (HCO_3^-) mengikuti ion Na kembali ke darah, dan air terjadi secara osmosis. Efek aldosteron secara tidak langsung adalah reabsorpsi air oleh Ginjal, sangat penting untuk menjaga kondisi volume dan tekanan darah normal.

Kortisol

Kortisol dipilih sebagai perwakilan dari kelompok hormon yang disebut glukokortikoid, karena hormon tersebut bertanggung jawab atas sebagian besar kerja dari kelompok ini. Kortisol meningkatkan penggunaan lemak dan kelebihan asam amino (glukoneogenesis) untuk diubah menjadi energi dan mengurangi penggunaan glukosa. Hal ini disebut efek penghematan glukosa, hal ini penting untuk menjaga keberadaan glukosa untuk digunakan oleh otak. Kortisol disekresi dalam beberapa jenis sesuai dengan situasi stres fisiologis: penyakit, fisik cedera, pendarahan, ketakutan atau kemarahan, ol

ahraga, dan kelaparan.

Kortisol juga memiliki efek antiinflamasi. Selama peradangan, histamin dari jaringan yang rusak membuat kapiler lebih permeabel, dan lisosom sel yang rusak melepaskan enzimnya, tidak hanya membantu memecah jaringan yang rusak tetapi juga dapat menyebabkan penghancuran jaringan sehat di dekatnya. Kortisol mampu me-blok efek dari histamin dan menstabilkan membran lisosom sehingga mencegah kerusakan jaringan yang berlebihan.

Sekresi normal kortisol tampaknya dapat dikendalikan, yaitu dengan membatasi proses peradangan yang terjadi dan berguna untuk proses perbaikan jaringan, dan untuk mencegah kerusakan jaringan yang berlebihan. Namun, terlalu banyak kortisol dapat menurunkan respon kekebalan tubuh, menjadikan tubuh lebih rentan terhadap infeksi dan secara signifikan memperlambat penyembuhan yang jaringan yang rusak

Stimulus secara langsung untuk sekresi kortisol adalah ACTH dari kelenjar hipofisis anterior, yang distimulasi oleh corticotropin releasing hormone (CRH) dari hipotalamus. CRH diproduksi pada situasi stres fisiologis yang disebutkan sebelumnya. Meskipun kita sering menganggap epinefrin sebagai hormon Penting dalam stres, kortisol juga penting

7. OVARIUM

Indung telur terletak di rongga panggul, satu di setiap sisi rahim. Hormon steroid yang diproduksi oleh ovarium adalah estrogen dan progesteron, dan protein inhibin.

a. ESTROGEN

Estrogen disekresikan oleh sel-sel folikel ovarium; sekresi dirangsang oleh FSH dari kelenjar hipofisis anterior. Estrogen merangsang pematangan ovum di folikel ovarium dan merangsang pertumbuhan pembuluh darah di endometrium (lapisan) dari uterus dalam persiapan untuk kemungkinan telur yang dibuahi. Karakteristik seks sekunder pada wanita juga berkembang sebagai respons terhadap estrogen. Termasuk pertumbuhan sistem saluran kelenjar susu, pertumbuhan rahim, dan pengendapan lemak secara subkutan di pinggul dan paha. Penutupan cakram epifisis dalam tulang panjang dibawa oleh estrogen, dan pertumbuhan tinggi berhenti. Estrogen juga diyakini dapat menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida dalam darah. Untuk wanita sebelum usia menopause ini bermanfaat karena dapat mengurangi risiko aterosklerosis dan penyakit arteri koroner.

Menopause adalah periode kehidupan ketika ovarium berhenti merespons hormon gonadotropik dari lobus anterior hipofisis. Menopause terjadi rata-rata antara usia 45 dan 50 tahun. Indung telur menjadi lebih kecil, dan folikel graafian mengalami atrofi dan digantikan oleh jaringan fibrosa. Tunica albuginea menebal. Hormon korpora lutea dan ovarium tidak lagi diproduksi. Sebagai akibat dari penghentian produksi estrogen dan progesteron ovarium, menstruasi berhenti dan organ genital mengalami atrofi sampai batas tertentu. Perubahan vasomotor, dalam bentuk hot flashes, terjadi pada kulit wajah, leher, dan dada. Selaput lendir vagina menipis dan atrofi. Payudara bisa membesar, karena penumpukan lemak, atau menyusut, karena atrofi saluran kelenjar. Orang yang mengalami menopause biasanya bertambah berat badan akibat dari endapan lemak yang menyebar. Selain itu juga sering mengeluh nyeri pada persendian, kelelahan, dan susah tidur.

b. Progesteron

Ketika folikel matang dan terlepas dari ovarium, maka pada folikel tersebut akan terbentuk corpus luteum dan mulai mensekresi progesteron disamping estrogen. Perubahan ini dirangsang oleh LH dari kelenjar hipofisis anterior. Progesteron meningkatkan penyimpanan

glikogen dan pertumbuhan lebih lanjut dari pembuluh darah di endometrium, yang dengan demikian dapat menjadi plasenta potensial. Sel-sel sekretori kelenjar susu juga berkembang di bawah pengaruh progesteron. Baik progesteron dan estrogen dikeluarkan oleh plasenta selama kehamilan.

8. TESTIS

Testis terletak di skrotum, kantong kulit di antara paha atas. Dua hormon, testosteron dan inhibin, dikeluarkan oleh testis.

a. Testosteron

Testosteron adalah hormon steroid yang dikeluarkan oleh sel interstitial dari testis; stimulus untuk sekresinya adalah LH dari kelenjar hipofisis anterior. Testosteron mendukung pematangan sperma di dalam tubulus seminiferus testis; proses ini dimulai saat pubertas dan berlanjut sepanjang hidup. Saat pubertas, testosteron merangsang perkembangan karakteristik seks sekunder pria. Termasuk pertumbuhan semua organ reproduksi, pertumbuhan wajah dan tubuh rambut, pertumbuhan laring dan pendalaman suara, serta pertumbuhan (sintesis protein) otot rangka. Testosteron juga menyebabkan penutupan epifisis tulang panjang.

b. Inhibin

Hormon inhibin disekresikan untuk mendukung berkelanjutan dari sel-sel testis; stimulus untuk sekresinya adalah peningkatan testosteron. Inhibin berfungsi untuk mengurangi sekresi FSH oleh kelenjar hipofisis anterior. Interaksi inhibin, testosteron, dan hormon hipofisis anterior mempertahankan spermatogenesis pada tingkat yang konstan.

9. HORMON LAINNYA

Melatonin

Melatonin adalah hormon yang diproduksi oleh Kelenjar pineal, yang terletak di belakang ventrikel ketiga otak. Sekresi melatonin dalam jumlah besar terjadi selama gelap dan berkurang ketika cahaya memasuki mata dan memberikan sinyal ke retina selanjutnya ke hipotalamus. Pada mamalia lain, melatonin membantu mengatur siklus musim reproduksi. Bagi manusia, melatonin berfungsi merangsang timbulnya rasa ingin tidur dan meningkatkan durasinya.

Prostaglandin

Prostaglandin (PG) diproduksi oleh hampir semua sel dari membran fosfolipid pada sel. PG berbeda dari hormon-hormon lain yaitu hormon ini tidak bersirkulasi dalam darah untuk mencapai organ-organ targetnya, tetapi menggunakan efeknya secara lokal, di mana hormon ini diproduksi. Ada banyak jenis prostaglandin, seperti dalam PGA, PGB, dan sebagainya. Prostaglandin memiliki banyak fungsi, namun hanya sedikit dijelaskan di sini. Prostaglandin diketahui terlibat dalam peradangan, mekanisme nyeri, pembekuan darah, vasokonstriksi dan vasodilatasi, kontraksi uterus, reproduksi, sekresi pencernaan kelenjar, dan metabolisme nutrisi. Penelitian saat ini diarahkan untuk menentukan fungsi normal prostaglandin dengan harapan banyak dari PG akhirnya digunakan secara klinis.

D. MEKANISME KERJA HORMON

1. Mekanisme umum

Pada awalnya hormon harus terikat pada reseptor yang berada di sel target. Sel memberikan merespon terhadap hormon-hormon tertentu dan bukan pada hormon yang lain karena keberadaan reseptor hormon yang spesifik, yang merupakan jenis protein. Reseptor protein ini dapat berupa bagian dari membran sel atau terletak di dalam sitoplasma atau pada inti sel target. Hormon hanya akan mempengaruhi sel-sel yang memiliki reseptor spesifik. Sel-sel hati, misalnya, hanya memiliki reseptor membran sel untuk insulin, glukagon, hormon pertumbuhan, dan epinefrin.

Mekanisme Second-Mes

2. senger- pada Hormon Peptida

Mekanisme messenger ke 2 pada aksi hormon melibatkan "messengers / kurir" yang membuat sesuatu terjadi, yaitu, merangsang reaksi spesifik. Hormon protein biasanya berikatan dengan reseptor membran sel, dan hormon ini disebut first messenger /pembawa pesan pertama. Ikatan reseptor hormon mengaktifkan enzim adenyl cyclase pada permukaan bagian dalam membran sel. Adenyl cyclase mensintesis zat yang disebut adenosin monofosfat siklik (AMP siklik atau cAMP) dari ATP, dan AMP siklik adalah messenger kedua. Cyclic AMP mengaktifkan enzim spesifik di dalam sel, yang membawa karakteristik sel respons terhadap hormon. Tanggapan-tanggapan ini termasuk a perubahan

permeabilitas membran sel menjadi a zat spesifik, peningkatan sintesis protein, aktivasi enzim lain, atau sekresi produk seluler.

3. Aktivitas Hormon Steroid

Hormon steroid larut dalam lipid sel membran dan berdifusi dengan mudah ke dalam sel target. Begitu masuk ke dalam sel, hormon steroid bergabung dengan reseptor protein dalam sitoplasma, dan kompleks steroid-protein ini memasuki inti sel. Dalam nukleus, kompleks steroid-protein mengaktifkan gen spesifik, yang memulai proses sintesis protein. Enzim yang diproduksi akan menghasilkan respons sel spesifik terhadap hormon (lihat Gambar. 10-12)

RANGKUMAN MATERI

| Kelenjar/ Jaringan | Hormon | Fungsi utama | Struktur kimia |
|-----------------------|--|--|----------------|
| Hipotalamus | Thyrotropin-releasing hormone (TRH) | Menstimulasi pelepasan TSH dan prolaktin | Peptida |
| | Corticotropin-releasing hormone (CRH) | Menyebabkan pelepasan ACTH | Peptida |
| | Growth hormone–releasing hormone (GHRH) | Menyebabkan pelepasan hormon pertumbuhan | Peptida |
| | Growth hormone inhibitory hormone (GHIH) /Somatostatin | Menghambat pelepasan hormon pertumbuhan | Peptida |
| | Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) | Menyebabkan pelepasan LH dan FSH | |

| | Dopamine or prolactin-inhibiting factor (PIF) | Menghambat prolaktin | pelepasan | Amina |
|----------------------------|--|--|-----------|---------|
| Pituitari anterior | Growth hormone | Menstimulasi sintesis protein dan pertumbuhan sel dan jaringan secara umum | | Peptida |
| | Thyroid-stimulating hormone (TSH) | Menstimulasi sintesis dan sekresi hormon tiroid (tiroksin dan triiodotirokin) | | Peptida |
| | Adrenocorticotropic hormone (ACTH) | Menstimulasi sintesis dan sekresi hormon adrenokortikal (kortisol, androgen, dan aldosteron) | | Peptida |
| | Prolactin | Mendukung perkembangan payudara wanita dan sekresi air susu | | Peptida |
| | Follicle-stimulating hormone (FSH) | Menyebabkan pertumbuhan folikel ovarium dan pematangan sperma pada sel Sertoli testis | | Peptida |
| | Luteinizing hormone (LH) | Menstimulasi sintesis testoteron oleh sel Leydig pada testis, menstimulasi ovulasi, pembentukan corpus luteum, dan estrogen dan sintesis progesteron dalam ovarium | | Peptida |
| Pituitari posterior | Antidiuretic hormone (ADH) juga disebut vasoprasin | Meningkatkan reabsorpsi air oleh ginjal dan menyebabkan vasokonstriksi dan meningkatkan tekanan darah | | Peptida |
| | Oxytocin | Menstimulasi pengeluaran air susu dari payudara dan kontraksi uterus | | Peptida |
| Tiroid | Thyroxine (T4) and triiodothyronine (T3) | Meningkatkan kecepatan reaksi kimia pada sel secara umum sehingga meningkatkan kecepatan metabolisme tubuh | | Amine |

| | | | |
|------------------------|-----------------------------|---|----------------|
| | Calcitonin | Mendukung deposisi kalsium dalam tulang menurunkan konsentrasi ion kalsium pada cairan ekstraseluler | Peptida |
| Korteks adrenal | Cortisol | Multipel fungsi metabolik dalam mengontrol metabolisme protein, karbohidrat dan lemak, juga berpengaruh sebagai anti-inflamasi | Steroid |
| | Aldosteron | Meningkatkan reabsorpsi ginjal terhadap sodium, sekresi potasium dan sekresi ion hidrogen | Steroid |
| Medula adrenal | Norepinephrine, epinephrine | Pengaruh yang sama sebagai stimulasi simpatik | Amina |
| Pankreas | Insulin (b cells) | Mendukung pemasukan glukosa pada banyak sel dan dengan ini terjadi kontrol terhadap metabolisme karbohidrat | Peptida |
| | Glucagon (a cells) | Meningkatkan sintesis dan pelepasan glukosa dari liver ke cairan tubuh | Peptida |
| Paratiroid | Parathyroid hormone (PTH) | Mengontrol konsentrasi ion kalsium serum melalui peningkatan adsorpsi kalsium dalam usus dan ginjal dan pelepasan kalsium dari tulang | Peptida |
| Testis | Testosteron | Mendukung perkembangan sistem reproduksi pria dan karakteristik seksual sekunder pada wanita | Steroid |
| | Calcitonin | Mendukung deposisi kalsium dalam tulang menurunkan konsentrasi ion kalsium pada cairan ekstraseluler | Peptida |

| | | | |
|------------------------|-----------------------------|---|----------------|
| Korteks adrenal | Cortisol | Multipel fungsi metabolik dalam mengontrol protein, karbohidrat dan lemak, juga berpengaruh sebagai anti-inflamasi | Steroid |
| | Aldosteron | Meningkatkan reabsorpsi ginjal terhadap sodium, sekresi potasium dan sekresi ion hidrogen | Steroid |
| Medula adrenal | Norepinephrine, epinephrine | Pengaruh yang sama sebagai stimulasi simpatik | Amina |
| Pankreas | Insulin (b cells) | Mendukung pemasukan glukosa pada banyak sel dan dengan ini terjadi kontrol terhadap metabolisme karbohidrat | Peptida |
| | Glucagon (a cells) | Meningkatkan sintesis dan pelepasan glukosa dari liver ke cairan tubuh | Peptida |
| Paratiroid | Parathyroid hormone (PTH) | Mengontrol konsentrasi ion kalsium serum melalui peningkatan adsorpsi kalsium dalam usus dan ginjal dan pelepasan kalsium dari tulang | Peptida |
| Korteks adrenal | Cortisol | Multipel fungsi metabolik dalam mengontrol metabolisme protein, karbohidrat dan lemak, juga berpengaruh sebagai anti-inflamasi | Steroid |
| | Aldosteron | Meningkatkan reabsorpsi ginjal terhadap sodium, sekresi potasium dan sekresi ion hidrogen | Steroid |
| Medula adrenal | Norepinephrine, epinephrine | Pengaruh yang sama sebagai stimulasi simpatik | Amina |

| | | | |
|-------------------|------------------------------------|---|----------------|
| Pankreas | Insulin (b cells) | Mendukung pemasukan glukosa pada banyak sel dan dengan ini terjadi kontrol terhadap metabolisme karbohidrat | Peptida |
| | Glucagon (alpha cells) | Meningkatkan sintesis dan pelepasan glukosa dari liver ke cairan tubuh | Peptida |
| Paratiroid | Parathyroid hormone (PTH) | Mengontrol konsentrasi kalsium serum melalui peningkatan adsorpsi kalsium dalam usus dan ginjal dan pelepasan kalsium dari tulang | Peptida |
| Testis | Testosteron | Mendukung perkembangan sistem reproduksi pria dan karakteristik seksual sekunder pada wanita | Steroid |
| Ovarium | Estrogen | Mendukung pertumbuhan dan perkembangan sistem reproduksi wanita, payudara dan karakteristik seksual sekunder pada wanita | Steroid |
| | Progesteron | Menstimulasi sekresi "susu uterus" oleh kelenjar endometrium uterus dan mendukung perkembangan kelengkapan sekresi payudara | Steroid |
| Plasenta | Human chorionic gonadotropin (HCG) | Mendukung perkembangan corpus luteum dan sekresi estrogen dan progesteron oleh corpus luteum | Peptida |
| | Human somatomammotropin | Kemungkinan berperan dalam membantu mendukung perkembangan beberapa jaringan fetus seperti halnya payudara ibu | Peptida |
| | Estrogen | Lihat fungsi estrogen pada ovarium | Steroid |

| | Progesteron | Lihat fungsi progesteron pada ovarium | Steroid |
|-------------------|----------------------------------|--|----------------|
| | Progesteron | Lihat fungsi progesteron pada ovarium | Steroid |
| Ginjal | Renin | Mengkatalisis konversi nagiotensinogen menjadi angiotensin 1 (bekerja seperti enzim) | Peptida |
| | 1,25-Dihydroxycholecalciferol | Meningkatkan adsorpsi kalsium pada usus dan mineralisasi tulang | Steroid |
| | Erythropoietin | Meningkatkan produksi eritrosit | Peptida |
| Jantung | Atrial natriuretic peptide (ANP) | Meningkatkan ekskresi sodium oleh ginjal, menurunkan tekanan darah | Peptida |
| Lambung | Gastrin | Menstimulasi sekresi HCL oleh sel parietal | Peptida |
| Usus halus | Secretin | Menstimulasi sel acinar pankreatik untuk melepaskan bikarbonat dan air | Peptida |
| | Cholecystokinin (CCK) | Menstimulasi kontraksi kantung empedu dan melepaskan enzim pankreatik | Peptida |
| Adiposit | Leptin | Menghambat nafsu makan, menstimulasi termogenesis | Peptida |

TUGAS DAN EVALUASI

1. Jelaskan mekanisme umpan balik negatif pada hormon TSH, TRH, tiroksin dan T3?
2. Sebutkan dua hormon yang disimpan di kelenjar hipofisis posterior serta apa nama hormon-hormon yang dikendalikannya serta fungsi dari masing-masing hormon tersebut?
3. Sebutkan dua hormon dari kelenjar hipofisis anterior yang mempengaruhi ovarium atau testis, dan sebutkan fungsinya?

4. Jelaskan efek antagonis PTH dan kalsitonin pada tulang dan kadar kalsium darah ?
5. Jelaskan efek antagonis dari insulin dan glukagon pada hati dan kadar glukosa darah?

DAFTAR PUSTAKA

- Alba, F. R. O. S. A. (t.t.). [*Don Rittner, Timothy Lee McCabe*] *Encyclopedia of (BookFi)*.
- Despopoulos, A., & Silbernagl, S. (2003). *Color atlas of physiology* (5. ed., compl. rev. and expanded). Thieme.
- Felten, D. L., Józefowicz, R. F., & Netter, F. H. (2003). *Netter's atlas of human neuroscience*. Icon Learning Systems.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006). *Textbook of medical physiology* (11th ed). Philadelphia : Elsevier Saunders.
<https://trove.nla.gov.au/version/44906846>
- Noble, B. &. (t.t.). *Clinical Anatomy by Systems/Edition 6/Paperback*. Barnes & Noble.
- Sanders, T., & Valerie C. Scanlon. (2006). *Essentials of Anatomy and Physiology: Student* (5 edition). F.A. Davis Company.
- Vander, A. J., Sherman, J., & Luciano, D. S. (2001). *Human Physiology: The Mechanisms of Body Function* (8Rev Ed edition). McGraw-Hill.

PROFIL PENULIS

Muhammad Dailami, S.Si., M.Si.



Penulis dilahirkan di ujung timur Indonesia, tepatnya di Kabupaten Nabire (Papua), tahun 1990, kemudian menuntaskan studi S1 di Jurusan Kimia, Universitas Negeri Papua dengan penelitian bidang biokimia mengenai genetika molekuler dari ikan karang. Selanjutnya pendidiakn S2 di selesaikan di Departemen Biokimia, Institut Pertanian Bogor dengan topik penelitian Peptida antimikroba. Penulis aktif sebagai dosen honor di Universitas Papua sejak tahun 2015 hingga tahun 2018. Saat ini penulis mengabdikan sebagai dosen CPNS di Universitas Brawijaya Malang. Penulis menekuni riset di bidang biologi molekuler dan genetika pada organisme perairan baik yang tawar maupun laut.

Candra Yulius Tahya, M.Si



Penulis lahir di Ambon pada 30 Juli 1988, merupakan anak pertama dari 4 bersaudara. Menempuh kuliah sarjana di Jurusan Kimia Universitas Pattimura lulus pada tahun 2012. Melanjutkan studi magister di Institut Teknologi Bandung, pada program studi Kimia, bidang keahlian Biokimia, dan lulus pada tahun 2015. Semasa kuliah sarjana aktif mengikuti kegiatan olimpiade kimia hingga ke tingkat nasional. Pernah bekerja sebagai fasilitator olimpiade kimia di SMA Negeri 1 Ambon. Pernah mengajar sebagai dosen kimia di Universitas Pattimura fakultas MIPA dan FKIP. Saat ini adalah dosen tetap program studi Pendidikan Kimia, Universitas Pelita Harapan (UPH). Juga aktif mengajar di program studi Pendidikan Biologi, UPH.

Dharma Gyta Sari Harahap, S.Pd., M.Pd



Penulis adalah dosen tetap pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan. Lahir pada di Padangsidempuan pada tanggal 19 Agustus 1988. Menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada tahun 2010 di Universitas Negeri Medan dengan Program Studi Pendidikan Biologi. Kemudian pada 2013 menyelesaikan Magister (S2) di Universitas Negeri Medan dengan Prorgam Studi Pendidikan Biologi dan pada tahun 2019 memutuskan untuk melanjutkan kuliah program Doktor di Universitas Negeri Padang pada Progran Studi Ilmu Pendidikan. Selain menjadi Dosen Penulis juga merupakan salah satu Guru bidang studi IPA di SMK Swasta Kampus Padangsidempuan. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Ir. Darmadi Erwin Harahap, S.Pd., M.M., M.P dan Ibu Merry Rosmaida Sormin. Penulis masih tergolong baru dalam dunia mengajar, penulis terjun ke dunia mengajar dimulai pada tahun 2013 sampai sekarang. Selain dalam bidang biologi penulis juga sangat tertarik dalam pembahasan mengenai media yang bagaimana yang paling cocok dalam pembelajaran biologi.

Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD. Med.Sc



Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 21 Juni 1988. Masa kecil penuh kebahagiaan dihabiskannya, begitu pula pendidikannya, ditempuhnya di kota kelahirannya, Malang. Diawali sekolah di SD Negeri Percobaan Malang, kemudian SMP Negeri 3 Malang, dan dilanjutkan ke SMA Negeri 3 Malang. Pendidikan Tinggi ditempuh di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, dan mendapat gelar Sarjana pada tahun 2010. Pada tahun 2012, mendapatkan beasiswa dari Japanese Government (Monbukagakusho: MEXT) Scholarship untuk melanjutkan jenjang pendidikan S2 dalam bidang Biomedical Science di Ritsumeikan University Japan. Pada tahun 2015, kembali mendapatkan kesempatan memperoleh beasiswa dari Swiss Excellence Government Scholarship untuk melanjutkan jenjang pendidikan S3 dalam bidang

Medical Science di University of Fribourg Switzerland. Sejak tahun 2019 hingga saat ini aktif mengajar di Pascasarjana Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Eko Sutrisno, S.Si., M.Si



Penulis dilahirkan di sebuah desa di Kabupaten Lamongan tahun 1982. Menempuh Pendidikan S1 di Prodi Biologi FMIPA Universitas Islam Majapahit lulus tahun 2015. Tahun 2009 merantau ke kota Selatpanjang Kabupaten Kepulauan Meranti Riau untuk menjadi pengajar di SMP Patria Dharma selatpanjang hingga tahun 2016. Di sela kegiatan mengajar, menempu Pendidikan S2 di Universitas Riau prodi Ilmu lingkungan lulus tahun 2015. Tahun

2016 hingga saat ini mengabdikan diri sebagai dosen di Universitas Islam Majapahit Mojokerto. Selain mengajar juga aktif di komunitas sahabat Anjasmoro, sebuah komunitas yang aktif melakukan pemberdayaan masyarakat tentang kepedulian lingkungan serta wisata berbasis lingkungan si lereng Pegunungan Anjasmoro Mojokerto. Menjadi pendamping desa dari tahun 2018 hingga saat ini.

Dr. Rudy Hidana, M.Pd.



Penulis dilahirkan di kota Madiun Jawa Timur pada tanggal 30 Maret 1965. Menyelesaikan S1 di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Siliwangi, lulus tahun 1990. Selanjutnya menyelesaikan S2 pada Program Pascasarjana Universitas Siliwangi, Program Studi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup pada tahun 2001. Kemudian menyelesaikan S3 pada Program Studi Pendidikan IPA di Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia pada

tahun 2015. Bekerja sebagai dosen tetap pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medik, STIKes Bakti Tunas Husada Tasikmalaya sejak tahun 2000 sampai sekarang. Mengampu mata kuliah Biologi Sel dan Molekuler, Mikrobiologi, Parasitologi, Manajemen Laboratorium, Etika Profesi dan Hukum Kesehatan. Selain melaksanakan tugas mengajar saat ini juga

sebagai Ketua Lembaga Sertifikasi Profesi STIKes Bakti Tunas Husada Tasikmalaya. Pernah menjabat sebagai Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat STIKes Bakti Tunas Husada Tasikmalaya tahun 2004 sampai dengan 2008. Aktif di organisasi profesi PATELKI (Persatuan Ahli Teknologi Laboratorium Medik Indonesia), dan AIPTLMI (Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia). Saat ini masih tercatat sebagai reviewer penelitian dosen LLDIKTI wilayah 4 Jawa Barat dan Banten. Melakukan berbagai kegiatan penelitian yang berkaitan dengan Analis Kesehatan dan juga pendidikan IPA.

Dr. Agus Supinganto, S.Kep., Ns., M.Kes



Penulis lahir di Lombok Barat pada tanggal 7 Agustus 1971 dari pasangan M.Mulyoto (Alm) dan Hj. Supingani. Mulai 1997 sebagai pendidik di STIKES YARSI Mataram NTB. Selanjutnya menyelesaikan pendidikan D4 Perawat pendidik di PSIK Universitas Airlangga, S1 Keperawatan dan Profesi di STIKES Muhammadiyah Gombong Jawa Tengah dan S2 AAK di FKM Universitas Airlangga. Tahun 2019 menyelesaikan pendidikan Doktor S3 Ilmu Kedokteran Biomedik peminatan Ilmu Kesehatan Masyarakat di Universitas Udayana Denpasar Bali. Memiliki visi berperan aktif meningkatkan peran serta masyarakat dalam meningkatkan derajat kesehatan dan aktif dalam kegiatan sosial dan menggemari bidang pemberdayaan masyarakat. Buku yang sudah diterbitkan Buku Ajar Keperawatan Komunitas, Effectiveness of sex education knowledge toward adolescent, Didaktika Indonesia: Dari Langit ke Bumi, Kajian Kesehatan Dalam Perspektif Opini Kesehatan.

Ratna Puspita, S.Si, M.Si



Penulis dilahirkan di Kudus pada 26 Juli 1995. Pada tahun 2017, saya menyelesaikan pendidikan program Sarjana di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Pada tahun 2019, saya menyelesaikan pendidikan program Magister di Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor dengan *financial support* dari Beasiswa Unggulan Kemendikbud 2017-2019. Setelah lulus, saya menjadi asisten dosen di Biokimia IPB. Saya pernah mengajar kelas analisis kimia, farmasi, dan analisis kesehatan SMK di Depok hingga akhir tahun 2019. Sejak awal 2020, saya juga mengajar biokimia di program sarjana kedokteran Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Salah satu media penunjang saya sebagai pengajar, yaitu website (www.duniaratna.com). Website tersebut juga sebagai sarana pengajaran. Pada penelitian, saya fokus dibidang biokimia medis. Penelitian pemanfaatan bahan alam sebagai obat melalui berbagai pendekatan. Artikel ilmiah hasil penelitian saya dapat diakses melalui id Scopus: 57208770351 atau id google scholar: Pyd5UQQAAAAJ.

Rini Purbowati, S.Si., M.Si



Penulis dilahirkan di Sidoarjo pada tanggal 14 Februari 1986. Pendidikannya, ditempuhnya di Kota kelahirannya, Sidoarjo. Diawali sekolah di SDN Suko, kemudian SMPN 2 Taman, dan dilanjutkan ke SMAN 3 Sidoarjo. Pendidikan Tinggi ditempuh pada Program Sarjana, di Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UNAIR Surabaya. Pendidikan S2 juga dilanjutkan di Pasca Sarjana Fakultas Sains dan Teknologi UNAIR Surabaya, pada Program Studi Biologi. Sekarang mengabdikan sebagai dosen tetap di Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Dr. Muh. Sri Yusal, S.Si., M.Si.



Penulis lahir di Kacampureng, 13 Februari 1979. Pendidikan dasar formal ditempuh di SDN 76 Watu Kabupaten Bone tahun 1990, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri Cenrana pada tahun 1993, dan selanjutnya Sekolah Menengah Atas Negeri 16 Ujung Pandang pada tahun 1996. Pendidikan tinggi di tempuh di Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin Makassar, lulus 2002. Pendidikan S2 ditempuh di Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin pada Program Studi Ilmu Lingkungan Hidup tahun 2010. Program Doktorat ditempuh di Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada pada Program Studi Ilmu Lingkungan tahun 2019. Pengalaman kerja sebagai tenaga pengajar (dosen) di Pendidikan Biologi P. MIPA STKIP Pembangunan Indonesia Makassar tahun 2004 sampai sekarang. Karya ilmiah yang dihasilkan berupa publikasi jurnal internasional maupun jurnal nasional terakreditasi pada tahun 2019-2020.

Dr. Hasria Alang, S.Si., M.Kes



Penulis adalah Hasria Alang, lahir di Puundoho, 28 Maret 1985. Telah menyelesaikan pendidikan formal di SDN 2 Puundoho-Kolaka tahun 1997, Sekolah Menengah Pertama Negeri 5 Palopo pada tahun 1999, Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Palopo pada tahun 2002. Melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin Makassar, lulus 2006. Menempuh S-2 di konsentrasi Mikrobiologi Program Studi Biomedik Universitas Hasanuddin Makassar dan lulus 2010. Menempuh pendidikan program doktor pada prodi Biologi Universitas Brawijaya Malang dan lulus tahun 2019. Pengalaman kerja sebagai analis di Laboratorium Mikrobiologi di PT. MARS Simbioscience Makassar 2010-2011. Tahun 2011 sampai sekarang sebagai dosen pada Jurusan Biologi P. MIPA STKIP Pembangunan Indonesia Makassar. Tahun 2020 memulai menjadi reviewer di jurnal Bioeduscience, Health Information: Jurnal Penelitian (HIJP) dan PharmaUho. Karya yang

pernah dihasilkan berupa publikasi pada jurnal internasional (Drug Invention Today dan Biodiversitas) serta jurnal nasional (Zootec, Bioma, Biogenesis dan Celebes Biodiversitas).

Dr. Eka Apriyanti, M.Pd.



Penulis lahir di Mataram tahun 1985. Menyelesaikan Pendidikan Dasar di SD Inpres Toddopuli UjungPandang (sekarang Makassar) tahun 1997, SMP Negeri 13 Makassar (lulus tahun 2000), SMA Negeri 11 Makassar (lulus tahun 2003). Di tahun yang sama melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Makassar (lulus tahun 2007), kemudian melanjutkan pendidikan S2 pada Program Studi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan

Hidup Universitas Negeri Makassar. Tahun 2011 menjadi staf pengajar di Jurusan Pendidikan Biologi Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Pembangunan Indonesia (STKIP-PI) Makassar. Tahun 2016 mendapatkan beasiswa untuk melanjutkan studi S3 di Universitas Negeri Jakarta pada Program Studi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup, lulus tahun 2019. Saat ini kembali melaksanakan tugas sebagai pengajar mengampuh matakuliah Kependidikan dan Pengetahuan Lingkungan.