

Buku Ajar ENDOKRINOLOGI 1

Endokrinologi merupakan cabang ilmu pengetahuan biologi yang mencakup sistem kelenjar dalam memproduksi hormon. Buku ini adalah bagian pertama dari dua buku ajar Endokrinologi 1 dan 2 dengan spesifikasi isi yang berkelanjutan. Bahasan pada buku Endokrinologi 1 terkait dengan Pengantar dan sejarah Endokrinologi, Klasifikasi Hormon dan Mekanisme Kerjanya, Hormon Hipotalamus dan Hormon Hipofisis, Hormon Saluran Cerna, serta Kelenjar Pankreas. Buku ini diharapkan dapat menjadi sumber ilmu yang mudah dipelajari mahasiswa bidang-bidang kesehatan hingga mampu mendorong motivasi belajar mahasiswa.

Penerbit:



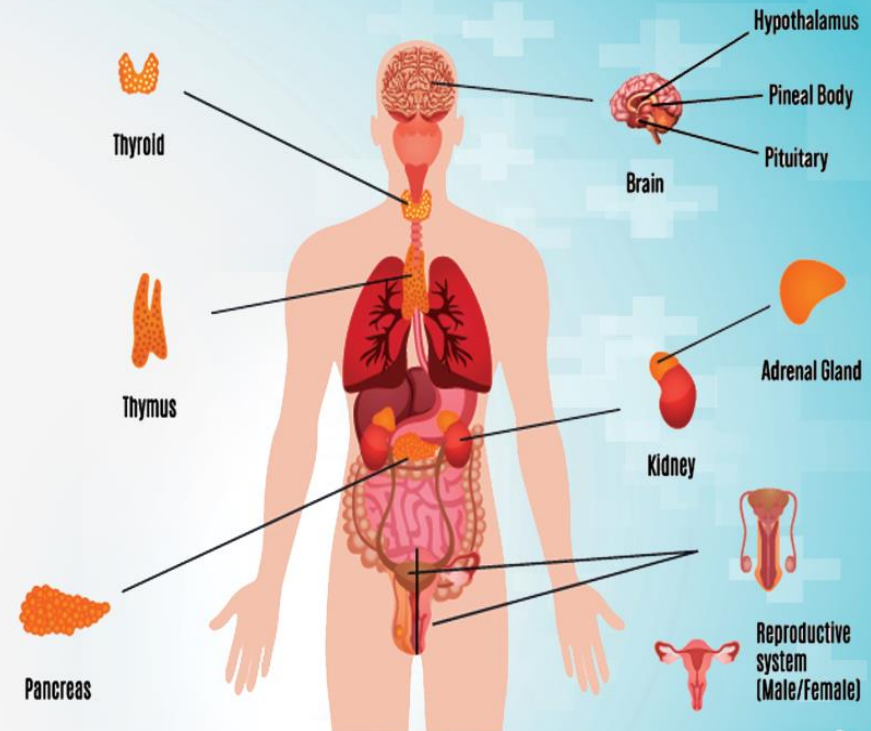
CV. MUHARIKA RUMAH ILMIAH
Jl. Rambutan V. No. 49/51
Perum. Belimbing Kuranji Padang
penerbitmri@gmail.com
<http://muharikarumahilmiah.com>



Buku Ajar **ENDOKRINOLOGI** Dr. dr. Elsa Yuniarti, M. Biomed., AIFO-K.

Buku Ajar ENDOKRINOLOGI 1

Dr. dr. Elsa Yuniarti, M. Biomed., AIFO-K.



BUKU AJAR ENDOKRINOLOGI 1

Dr. dr. Elsa Yuniarti, M.Biomed., AIFO-K.



BUKU AJAR ENDOKRINOLOGI 1

Penulis : Dr. dr. Elsa Yuniarti, M.Biomed., AIFO-K.
Editor : Dr. dr. Linda Rosalina, S.Ked., M.Biomed.
Tata Letak : Revi Oktari
Desain Sampul : Revi Oktari
Ukuran : 170 halaman, 18x25 cm
ISBN : 978-623-5612-91-1

Terbitan Pertama : April 2023

Hak Cipta 2023 pada Penulis
Copyright © 2023 by MRI Publisher
Anggota IKAPI No. 018/SBA/20

Penerbit:
CV. MUHARIKA RUMAH ILMIAH
Jalan Rambutan V. No. 49/51 Perumnas Belimbing
Kuranji – Padang
Telp/WA: 082284557747-082177795804
Email: penerbitmri@gmail.com
Website: www.muharikarumahilmiah.com

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dengan bentuk dan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan segala kebaikan sehingga penulis masih berkesempatan untuk menyusun dan merampungkan buku ini. Buku ajar Endokrinologi 1 ini ditulis untuk memenuhi kebutuhan bahan ajar mata kuliah Endokrinologi bagi mahasiswa program studi bidang kesehatan.

Endokrinologi merupakan cabang ilmu pengetahuan biologi yang mencakup sistem kelenjar dalam memproduksi hormon yang berkembang melalui berbagai tahapan-tahapan penelitian yang sederhana sampai dengan yang kompleks. Buku ini hadir untuk melengkapi khasanah pengetahuan pada bidang kesehatan dalam kajian Endokrinologi. Buku ajar ini adalah buku pertama dari dua buku Endokrinologi yang penulis rampung dengan spesifikasi isi yang berkelanjutan. Bahasan pada buku ajar Endokrinologi 1 terkait dengan Pengantar dan sejarah Endokrinologi, Klasifikasi Hormon dan Mekanisme Kerjanya, Hormon Hipotalamus dan Hormon Hipofisis, Hormon Saluran Cerna, serta Kelenjar Pankreas.

Kehadiran buku ajar ini diharapkan dapat menjadi sumber ilmu yang memudahkan mahasiswa mempelajari Endokrinologi serta mendorong motivasi belajar mahasiswa. Ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga buku ini dapat dikemas dan dapat digunakan sebagai sumber belajar mahasiswa. Penulis masih butuh penyempurnaan buku ini dimasa yang akan datang karena itu masukan bagi penyempurnaannya sangat diharapkan. Semoga buku ini menjadi amalan akhirat yang berharga bagi penulis.

Padang, April 2023

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENGANTAR ENDOKRINOLOGI DAN SEJARAH ENDOKRINOLOGI.....	1
A. PENDAHULUAN	1
B. URAIAN MATERI.....	4
Pengantar Endokrinologi	4
Struktur Sistem Endokrin.....	12
Fungsi Sistem Endokrin.....	16
Hubungan Antar Sistem Endokrin	18
Mekanisme Kerja Hormon.....	18
Sejarah Endokrinologi	19
C. KESIMPULAN	24
BAB II KLASIFIKASI HORMON DAN MEKANISME KERJANYA	25
A. PENDAHULUAN	25
B. URAIAN MATERI.....	31
Era Baru	31
Era Modern	31
Sistem Endokrin.....	32
Struktur dan Fungsi Kelenjar Endokrin.....	32
Sekresi Hormonal.....	33
Reseptor Hormon	34
Struktur Respon Hormon	35
Klasifikasi Hormon	36
Mekanisme Kerja Hormon pada Sel	60
C. KESIMPULAN	63
BAB III HORMON HIPOTALAMUS DAN HORMON HIPOFISIS.....	66
A. PENDAHULUAN	66
B. URAIAN MATERI.....	70

Pengertian Hormon Hipotalamus.....	70
Struktur Hipotalamus.....	73
Fungsi Hipotalamus.....	76
Anterior Hipofisis.....	83
Posterior Hipofisis.....	92
Sistem protal hipotalamus-hipofisis.....	97
Penyakit Akibat Kelainan pada Hormon Hipotalamus dan Hipofisis.....	98
C. KESIMPULAN.....	100
BAB IV HORMON SALURAN CERNA.....	104
A. PENDAHULUAN.....	104
B. URAIAN MATERI.....	106
Struktur Anatomi Hormon Saluran Pencernaan.....	106
Pengertian Homon Saluran Cerna.....	111
Regulasi Fungsi Hormon Saluran Cerna.....	111
Klasifikasi Hormon saluran cerna Gastrin.....	112
Mekanisme Hormon saluran cerna.....	118
Gangguan Hormon Saluran Pencernaan.....	129
C. KESIMPULAN.....	133
BAB V KELENJAR PANKREAS.....	135
A. PENDAHULUAN.....	135
B. URAIAN MATERI.....	143
Struktur Kelenjar Pankreas.....	143
Hormon Glukagon.....	147
Hormon Insulin.....	150
Gangguan pada Pankreas.....	155
C. KESIMPULAN.....	162
DAFTAR PUSTAKA.....	164
GLOSARIUM.....	166
INDEKS.....	168
PENULIS.....	170

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan kontrol oleh sistem saraf dan endokrin.....	8
Tabel 2. Hormon dan Karakteristik	56
Tabel 3. Kelenjar Endokrin Utama dan Hormon Yang Dihasilkan..	57
Tabel 4. hormon hipotalamus, struktur, dan efek yang ditimbulkan..	78
Tabel 5. hormon hipofisis, struktur, dan efek yang ditimbulkan.....	94
Tabel 6. Perbedaan PNP, NPY, PYY	126
Tabel 7. Diabetes Melitus.....	158

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Anatomi dan fisiologi sistem endokrin.....	4
Gambar 2. Organisasi Kerja Sistem Endokrin.....	9
Gambar 3. Sistem Portal Hipotalamus-Hipofisis	10
Gambar 4. Pengaturan Umpan Balik Fungsi Korteks Adrenal dan Pelepasan ACT	11
Gambar 5. Sistem Pengaturan Umpan Balik, Hormon Kelenjar Sasaran Memberikan Umpan Balik ke Hipotalamus dan Diikuti Pelepasan Hormon Tropik oleh Hipofisis	12
Gambar 6. Struktur Sistem Endokrin	13
Gambar 7. Sistem endokri	33
Gambar 8. Sintesis Hormon	34
Gambar 9. Sekresi Hormon	34
Gambar 10. Reseptor Membran.....	36
Gambar 11. Biosintesis steroid di kompartemen ibu, plasenta dan Janin.....	41
Gambar 12. Jalur AMP Second Mesenger Pathway.....	49
Gambar 13. Mekanisme Dasar Kerja Hormon (A) Autokrin (B) Parakrin dan (C) Endokrin.....	62
Gambar 14. Kerja Hormon Steroid	63
Gambar 15. Lokasi Hipotalamus	73
Gambar 16. Hipotalamus.....	73
Gambar 17. Bagian-bagian Hipotalamus.....	74
Gambar 18. Hubungan antara Hipotalamus dan Hipofisis.....	76
Gambar 19. Kelenjar Hipofisis.....	81
Gambar 20. Struktur Kelenjar Hipofisis.....	83
Gambar 21. Kelenjar Hipofisis dan Hormon yang Disekresikannya .	85
Gambar 22. Kelenjar Hipofisis Anterior	86
Gambar 23. Hormon-Hormon Kelenjar Adenohipofisis dan Organ Target.....	92
Gambar 24. Sistem Stimulasi dan Inhibisi Hormon Antara Hipotalamus.....	93
Gambar 25. Kelenjar Hipofisis Posterio.....	94
Gambar 26. Sistem portal hipotalamus-hipofisis	98
Gambar 27. Sebuah sel G	113
Gambar 28. Pengatur kerja Kolesistokinin (CCK).....	115
Gambar 29. Mekanisme Kerja Hormon Saluran Pencernaan.....	119

Gambar 30. Mekanisme Kerja Hormon GIP	121
Gambar 31. Mekanisme Kerja Hormon Ghrelin	125
Gambar 32. Mekanisme Kerja Hormon	136
Gambar 33. Struktur Pankreas.....	140
Gambar 34. Anatomi Kasar Pancreas Manusia	141
Gambar 35. Anatomi kasar pancreas manusia hasil otopsi	142
Gambar 36. Pakreas Normal Dan Saluran Sistem.....	143
Gambar 37. Anatomi Penampang Melintang Pankreas.....	144
Gambar 38. Microanatomi Kelenjar Pakreas Hormon Yang Dihasilkan.....	145
Gambar 39. Bagian Pankreas.....	146
Gambar 40. Organ Pankreas	147
Gambar 41. Pengaruh Glukagon Terhadap Organ Lain	149
Gambar 42. Sekresi Glukagon.....	149
Gambar 43. Sintesis Hormon Insulin	151
Gambar 44. Pulau Langerhans Mekanisme Kerja Insulin.....	153
Gambar 45. Mekanisme Kerja Insulin.....	154
Gambar 46. Hiperglikemia	161

BAB I

PENGANTAR ENDOKRINOLOGI DAN SEJARAH ENDOKRINOLOGI

A. PENDAHULUAN

Endokrinologi adalah departemen biologi dan pengobatan yang mengelola mesin endokrin, penyakitnya, dan sekresi tepatnya yang disebut sebagai hormon. Endokrinologi terdiri dari dua kata yaitu endokrin dan logos. Logos berarti ilmu, sedangkan Endokrin berasal dari kata “endo” yang berarti “dalam” atau “ke dalam” dan “krinein” yang berarti “sekresi”. Kelenjar endokrin dengan demikian memiliki arti sebagai kelenjar yang memiliki kegiatan sekresi sebuah substansi yang berguna secara interna (ke dalam) tubuh. Mendasarkan asal bahasa, maka endokrinologi memiliki arti sebagai ilmu yang mempelajari ruang lingkup kelenjar endokrin dalam tubuh, produk dan pengaruhnya dalam hubungannya dengan integrasi dan koordinasi fungsi alat tubuh.

Endokrinologi merupakan cabang ilmu pengetahuan biologi yang mencakup sistem kelenjar dalam memproduksi hormon. Kelenjar yang dihasilkan pada sistem endokrin, seperti kelenjar tiroid, kelenjar paratiroid, kelenjar adrenal, dan kelenjar lainnya memiliki fungsinya masing-masing. Hormon yang dihasilkan bertugas untuk mengendalikan berbagai macam proses di dalam tubuh, seperti reproduksi, ketahanan terhadap stress, pH cairan tubuh, keseimbangan cairan, pertumbuhan, energi, dan metabolisme. Hormon-hormon tersebut akan dilepaskan melalui aliran darah untuk mempengaruhi kinerja organ atau jaringan yang ada di dalam tubuh. Hormon-hormon yang dihasilkan dapat berupa hormon hypothalamus dan hipofisis, hormon saluran pencernaan dan hormon kelenjar pankreas, hormon tiroid dan paratiroid, hormon kelenjar adrenal, serta hormon reproduksi. Sistem

endokrin dan sistem saraf berperan dalam mengontrol serta memadukan fungsinya satu sama lain.

Hormon dialirkan ke dalam darah atau limfa menuju organ target. Hormon adalah senyawa aktif yang dihasilkan oleh kelenjar hormon (kelenjar endokrin) yang dalam jumlah kecil dibawa oleh darah menuju organ target yang dengannya menyebabkan perubahan-perubahan fisiologis. Jadi, hormon berfungsi sebagai pembawa pesan (mediator) kepada organ target dan pesan itu diterjemahkan oleh organ target sehingga terjadi berbagai perubahan fisiologis di organ target.

Sejarah Perkembangan endokrinologi sebagai ilmu sebenarnya relatif baru dimulai dari catatan penelitian oleh Berthold (1849). Sejak itu sampai dengan sekitar 50 tahun kemudian tidak ada penemuan baru. Perkembangan cepat dimulai tahun 1910 dan gambaran dasar sistem endokrin pada avertebrata dan vertebrata secara lengkap diketahui tahun 1950. Sistem endokrin fungsional diperlukan di semua organisme multiseluler untuk memastikan tindakan terkoordinasi dari: hormon, yang bertindak sebagai pembawa pesan kimia untuk komunikasi antara organ dan jaringan, dalam pengaturan aktivitas fisiologis dan perilaku. Hormon disekresikan oleh kelenjar endokrin dan kemudian dibawa untuk bertindak pada sel target di mana spesifitasnya ditentukan dengan mengikat reseptor seluler.

Sistem endokrin ialah sistem pengatur tubuh yang terdiri atas kelenjar-kelenjar endokrin yang memproduksi substansi kimiawi berupa hormon. Kelenjar endokrin tidak memiliki saluran khusus untuk membawa hasil sekresinya menuju tempat tertentu. Sehingga hormon langsung disekresikan menuju kapiler darah dan bersirkulasi di peredaran darah menuju seluruh bagian pada tubuh. Hormon adalah substansi kimiawi hasil produksi dari kelenjar buntu. Hormon dialirkan langsung ke dalam sirkulasi darah menuju bagian tubuh lain dengan efek regulasi spesifik pada sel-sel target melalui reseptor spesifik. Tetapi, beberapa hormon dapat bekerja lebih umum pada seluruh tubuh dibandingkan terhadap jaringan target spesifik.

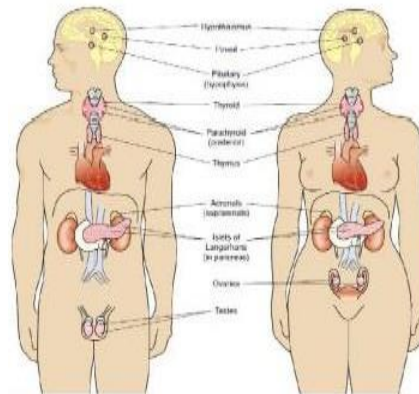
Regulasi metabolisme homeostatik sangat kompleks dan melibatkan banyak masukan dari sistem saraf dan endokrin. Usus adalah endokrin terbesar organ dalam tubuh kita dan mensintesis dan mengeluarkan lebih dari 20 hormon berbeda dari sel enteroendokrin yang tersebar di seluruh epitel usus. Ini hormon termasuk GLP-1, PYY, GIP, serotonin, dan CCK, yang masing-masing memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan energi dan homeostasis glukosa. Pengaturan metabolisme seluruh tubuh melibatkan aktivitas terintegrasi dari beberapa jaringan yang aktif secara metabolik, termasuk saluran GI, pankreas, jaringan adiposa, hati dan sistem saraf pusat (SSP). Setiap hormon-hormon ini dapat memberikan efek seperti itu secara mandiri atau dapat bertindak secara sinergis untuk mempengaruhi ini proses.

Perkembangan Endokrinologi, seperti halnya dengan ilmu pengetahuan lain, melalui berbagai melalui tahapan-tahapan penelitian yang sederhana sampai dengan yang kompleks. Jauh sebelum pathofisiologi diketahui, penelitian dilakukan untuk mendeskripsikan gejala-gejala umum dari disfungsi kelenjar endokrin. Pada awal abad 19, secara detil jaringan dan organ tubuh hewan vertebrata telah diketahui tetapi fisiologinya belum. Penelitian selanjutnya mencatat hubungan klinis antara abnormalitas jaringan dan organ (misalnya atropi atau pembengkakan dll) dengan status fisiologi. Penelitian ini dilanjutkan dengan mencatat pengaruh penghilangan jaringan atau organ tertentu terhadap fungsi fisiologi. Tahap penelitian berikutnya adalah dengan mencoba transplantasi organ (*replacement*) atau penyuntikan ekstraknya untuk penggunaan terapi karena tiadanya organ yang bersangkutan. Kesuksesan pada tahap ini dilanjutkan dengan kegiatan pemurnian ekstrak untuk menentukan substansi yang diduga berperan dalam proses fisiologi tertentu. Pada masa kini dengan teknologi biologi (bioteknologi) dilakukan berbagai upaya untuk membuat hormon-hormon sintetik.

B. URAIAN MATERI

Pengantar Endokrinologi

Endokrinologi adalah bagian ilmu pengetahuan kedokteran yang mempelajari hormon dan komunikasi antar sel di dalam tubuh. Komunikasi efektif antar sel di dalam tubuh sangat penting untuk memfasilitasi kerja organ-organ tubuh secara baik.



Gambar 1. Anatomi dan fisiologi sistem endokrin

Organ endokrin antara lain hipofisis cerebri, glandula tiroid, glandula paratiroid, timus, pancreas, glandula suprarenalis, testis dan ovarium. Anatomi endokrin untuk memahami letak masing-masing organ dimana organ tersebut memiliki fungsi penting terhadap tubuh. Suatu kondisi yang tidak ideal pada organ-organ endokrin maka akan timbul penyakit.

Kelenjar endokrin manusia menghasilkan sejenis bahan kimia yang dinamakan hormon. Kelenjar endokrin tidak memiliki saluran, sehingga hormon yang dihasilkan didistribusikan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Hormon merupakan zat kimia dalam bentuk senyawa organik yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin. Darah akan mengangkut hormon ke organ sasaran, disebut juga kelenjar buntu karena hormon yang dihasilkan tidak dialirkan melalui suatu saluran tetapi langsung masuk ke dalam pembuluh darah. Hormon dari kelenjar endokrin mengikuti peredaran darah ke seluruh tubuh hingga mencapai organ – organ tertentu.

Sistem endokrin adalah sistem kelenjar yang bekerja pada tubuh manusia yang hasil sekresinya langsung ke dalam darah tanpa melewati duktus atau saluran dan dari sekresi tersebut adalah hormon. Hormon adalah zat kimia yang dibawa dalam aliran darah ke jaringan dan organ kemudian merangsang hormon untuk melakukan tindakan tertentu. Sistem endokrin sangat berpengaruh pada banyak proses kehidupan yang melibatkan reproduksi, pertumbuhan, kekebalan tubuh, dan menjaga keseimbangan fungsi internal tubuh.

Sistem endokrin merupakan sistem yang unik karena terdiri dari kelompok berbagai kelenjar atau jaringan yang tersebar di seluruh tubuh. Kelenjar tubuh memiliki fungsi baik eksokrin atau endokrin. Kelenjar eksokrin, termasuk kelenjar keringat dan kelenjar lakrimal, bertanggung jawab untuk mengeluarkan zat langsung ke saluran yang mengarah ke daerah sasaran. Endokrin Istilah (endo-dalam, Crin-mensekresikan) ini menunjukkan bahwa sekresi dibentuk oleh kelenjar secara langsung masuk ke darah atau limfa sirkulasi dan perjalanan ke jaringan target, dan bukan diangkut melalui tuba atau duktus. Sekresi ini disebut hormon, yang merupakan bahan kimia yang memicu atau mengontrol aktivitas organ, sistem, atau kelenjar lain di bagian tubuh lain. Hormon juga memainkan peran penting dalam mengatur proses homeostasis seperti: metabolisme, tumbang, keseimbangan cairan dan elektrolit, proses reproduksi, dan siklus bangun dan tidur.

Sistem endokrin, dalam kaitannya dengan sistem saraf, mengontrol dan memadukan fungsi tubuh. Kedua sistem ini bersama-sama bekerja untuk mempertahankan homeostasis tubuh. Fungsinya saling berhubungan, namun dapat dibedakan dengan karakteristik tertentu. Sistem endokrin terdiri dari hipofisis, hipotalamus, tiroid, paratiroid, pankreas, adrenal, timus, ovarium, dan testis. Sistem endokrin tidak semudah seperti sistem tubuh yang lain. Ketika membahas ketidakseimbangan sistem endokrin, seringkali adanya variasi yaitu meningkat atau menurun (misalnya, hipertiroidisme dengan hipotiroidisme).

Organ endokrin tersusun dari sel- sel sekretori yang dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Sel-sel endokrin sejati

Dikenal juga dengan nama sel endokrin klasik. Kelompokan sel ini mempunyai fungsi sebagai penghasil hormon dan bentuknya khas namun tidak seperti sel saraf. Sel ini dapat berupa sel tunggal ataupun multiseluler. Sel kelenjar ini mensekresikan hormon secara langsung ke dalam peredaran darah. Tipe sel-sel kelenjar ini dapat ditemukan pada hewan dengan sistem sirkulasi baik di vertebrata maupun invertebrata. Pada hewan invertebrata, studi sel-sel kelenjar endokrin beserta hormon sering dilakukan pada kelompok Insekta, Crustacea, Cephalopoda, dan Moluska.

2. Neurosekretori

Sel-sel tipe neurosekretori merupakan sel yang berbentuk seperti sel saraf namun mampu menghasilkan hormon. Sel-sel neurosekretori yang menghasilkan hormon dapat disebut sebagai neuroendokrin. Organ endokrin antara lain hipofisis cerebri, glandula tiroid, glandula paratiroid, timus, pancreas, glandula suprarenalis, testis dan ovarium. Anatomi endokrin untuk memahami letak masing-masing organ dimana organ tersebut memiliki fungsi penting terhadap tubuh. Suatu kondisi yang tidak ideal pada organ-organ endokrin maka akan timbul penyakit

Kata hormon berasal dari bahasa Yunani, hormon yang artinya membuat gerakan atau membangkitkan. Hormon mengatur berbagai proses yang mengatur kehidupan. Susunan kimia hormon terdiri dari amina, protein, dan steroid. Hormon bekerja dalam sistem umpan balik. Loop umpan balik dapat positif atau negative dan memungkinkan tubuh untuk dipertahankan dalam situasi lingkungan optimal. Hormon mengontrol laju aktivitas selular. Hormon tidak mengawali perubahan biokimia. Hormon hanya mempengaruhi sel-sel yang mengandung reseptor yang sesuai,

yang melakukan fungsi spesifik. Hormon mempunyai fungsi dependen dan interdependen. Pelepasan hormon dari satu kelenjar sering merangsang pelepasan hormon dari kelenjar lainnya. Hormon secara konstan di reactivated oleh hepar atau mekanisme lain dan diekskresi oleh ginjal.

Menurut struktur kimianya, hormon diklasifikasikan sebagai hormon larut air dan hormon larut lemak. Hormon yang larut dalam air adalah polipeptida misalnya insulin, glucagon, adrenokortikotropik, gastrin, dan katekolamin misalnya dopamine, norepineprin, epineprin. Hormon yang larut dalam lemak adalah steroid misalnya estrogen, progesterone, testosterone, glukokortikoid, aldosterone dan tironin misalnya tiroksin.

Hormon awalnya dianggap memberi sinyal hanya di tempat yang jauh dari kelenjar asalnya setelah transfer melalui sirkulasi (aksi endokrin). Sekarang diketahui bahwa hormon dapat bekerja pada sel di dekat tempat asalnya (aksi parakrin), tepat di sebelah sel asalnya (aksi juxtacrine), dan langsung pada sel asalnya sendiri (aksi autokrin). Baru-baru ini, telah ditunjukkan bahwa hormon/faktor pertumbuhan tertentu (lihat nanti) dapat bekerja di dalam sel asalnya tanpa pernah keluar dari sel-sel ini (aksi intrakrin). Secara teori, resistensi terhadap aksi hormon dapat melibatkan salah satu atau semua jalur ini. Banyak hormon, seperti insulin dan hormon pertumbuhan (GH), memiliki aktivitas metabolisme dan peningkatan pertumbuhan/anabolik (mitogenik).

Sistem kontrol kelenjar menghasilkan hormon yang disebar ke seluruh bagian tubuh melalui aliran darah guna memberikan pengaruh pada organ-organ lain merupakan sistem endokrin. Hormon dibawa menuju berbagai sel pada tubuh melalui aliran darah dan diterjemahkan sebagai tindakan. Kelenjar ludah, kelenjar keringat, dan kelenjar-kelenjar lain dalam saluran gastrointestin adalah sistem endokrin yang tidak memasukkan kelenjar eksokrin.

Sistem endokrin merupakan sistem yang unik karena terdiri dari kelompok berbagai kelenjar atau jaringan yang tersebar di seluruh tubuh. Kelenjar tubuh memiliki fungsi baik eksokrin atau endokrin. Kelenjar eksokrin, termasuk kelenjar keringat dan

kelenjar lakrimal, bertanggung jawab untuk mengeluarkan zat langsung ke saluran yang mengarah ke daerah sasaran. Endokrin Istilah (endo-dalam, Crin-mensekresikan) ini menunjukkan bahwa sekresi dibentuk oleh kelenjar secara langsung masuk ke darah atau limfa sirkulasi dan perjalanan ke jaringan target, dan bukan diangkut melalui tuba atau duktus. Sekresi ini, disebut hormon, yang merupakan bahan kimia yang memicu atau mengontrol aktivitas akson neuron. Pada sinaps, impuls saraf memicu pelepasan mediator (utusan) molekul yang disebut neurotransmitter. Sistem endokrin juga mengontrol aktivitas tubuh dengan melepaskan mediator, yang disebut hormon, tetapi alat kontrol dari dua sistem yang sangat berbeda. Tanggapan dari sistem endokrin sering lebih lambat daripada respon sistem saraf; meskipun beberapa hormon bertindak dalam hitungan detik, sebagian besar berlangsung beberapa menit atau lebih untuk menghasilkan sebuah respon. Efek dari sistem aktivasi saraf umumnya lebih singkat dibandingkan sistem endokrin. Sistem saraf bekerja pada otot-otot dan kelenjar tertentu. Pengaruh sistem endokrin jauh lebih luas; membantu mengatur hampir semua jenis sel tubuh. Kami juga akan memiliki beberapa kesempatan untuk melihat bagaimana sistem saraf dan endokrin berfungsi bersama-sama sebagai interlocking "*super system*". Misalnya, bagian-bagian tertentu dari sistem saraf merangsang atau menghambat pelepasan hormon oleh sistem endokrin.

Tabel 1. Perbandingan kontrol oleh sistem saraf dan endokrin

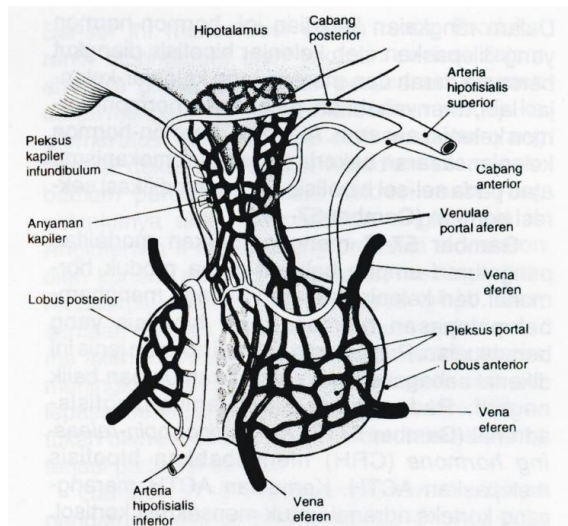
Comparison of Control by the Nervous and Endocrine Systems		
CHARACTERISTIC	NERVOUS SYSTEM	ENDOCRINE SYSTEM
Mediator molecules	Neurotransmitters released locally in response to nerve impulses.	Hormones delivered to tissues throughout body by blood.
Site of mediator action	Close to site of release, at synapse; binds to receptors in postsynaptic membrane.	Far from site of release (usually); binds to receptors on or in target cells.
Types of target cells	Muscle (smooth, cardiac, and skeletal) cells, gland cells, other neurons.	Cells throughout body.
Time to onset of action	Typically within milliseconds (thousandths of a second).	Seconds to hours or days.
Duration of action	Generally briefer (milliseconds).	Generally longer (seconds to days).

Sebagian besar hormon kelenjar endokrin dikontrol oleh kelenjar hipofisis dan mekanisme feedback. Tingkat hormon dalam darah diatur oleh mekanisme homeostasis disebut negatif feedback. Jika kadar hormon dalam darah di bawah normal, negatif feedback merespon kelenjar endokrin tertentu untuk menghasilkan lebih banyak hormon yang ketika naik ke tingkat yang normal menyebabkan penurunan produksi. Mekanisme Positive feedback juga terjadi dalam sistem endokrin. Dalam Positive feedback, kenaikan tingkat satu hormon akan memicu pelepasan hormon lain. Hal ini terjadi selama siklus menstruasi wanita.

Perbedaan lain antara sistem hormon dengan sistem saraf adalah respon sistem endokrin bekerja lebih lambat daripada sistem saraf. Potensial aksi sistem saraf dapat bekerja dalam waktu 2-3 milidetik, sedangkan sistem hormon mungkin membutuhkan waktu beberapa menit hingga jam untuk memberikan respon tanggapan. Akan tetapi aksi atau tanggapan sistem hormon lebih lama durasinya dibandingkan dengan sistem saraf. Sebagai contoh, gerak refleks yang terjadi pada hewan dapat berlangsung hanya hitungan milidetik, sedangkan proses pertumbuhan yang dipengaruhi oleh hormon pertumbuhan berlangsung tahunan dalam melakukan fungsinya.

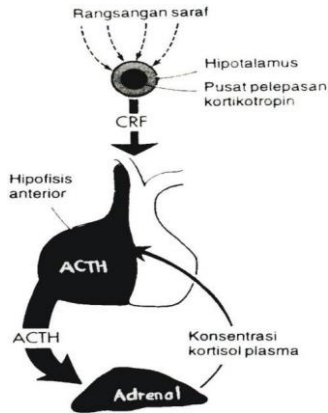


Gambar 2. Organisasi Kerja Sistem Endokrin



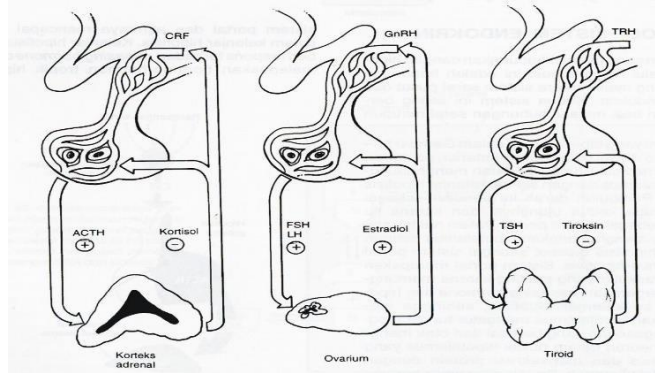
Gambar 3. Sistem Portal Hipotalamus-Hipofisis

Salah satu keunikan hormon yaitu terdapat sistem pengaturan umpan balik berupa pelepasan dan hambatan hormon tropik hipofisis yang sesuai oleh produk hormon dari kelenjar sasaran. sistem pengaturan sekresi hormon tersebut dinamakan pengaturan umpan balik negatif. Hormon adrenokortikotropik (ACTH) dilepaskan dari hipofisis karena aktivasi corticotropin releasing hormon (CRH) pada sistem hipotalamus-hipofisis-adrenal. ACTH merangsang sekresi kortisol dan korteks adrenal. Produksi CRH-ACTH terhambat akibat umpan balik terhadap aksis hipotalamus-hipofisis yang diberikan oleh kortisol. Sistem berubah menyesuaikan kebutuhan fisiologis tubuh terhadap kortisol. Jika sistem banyak memproduksi ACTH maka sekresi kortisol meningkat untuk menghambat produksi ACTH. Sistem tersebut sangat sensitif terhadap eksogen, secara cepat menghambat aksis hipotalamus-hipofisis serta produksi ACTH dihentikan. Implikasi dari pengaturan umpan balik negatif berdampak pada pasien-pasien terapi jangka panjang kortikosteroid, Pasien akan mengalami hambatan pelepasan ACTH. Sehingga bila steroid terhenti mendadak, maka pasien akan mengalami insufisiensi adrenal.



Gambar 4. Pengaturan Umpan Balik Fungsi Korteks Adrenal dan Pelepasan ACTH

Hubungan hormon hipofisis dan hormon-hormon kelenjar sasaran dapat melalui sirkulasi sistemik berupa lintasan panjang dan lintasan pendek. Sistem renin-angiotensin-aldosteron yaitu sistem pengaturan produksi hormon yang tidak tergantung aksis hipotalamus- hipofisis. Enzim renin diproduksi oleh sel-sel jukstaglomerular ginjal terletak pada dinding arteriole aferen glomerulus. Tekanan perfusi dalam arteriol ginjal mempengaruhi produksi renin. Reseptor yang berada dekat sel-sel JG menerima perubahan-perubahan tekanan darah yang mengalir melalui arteriole aferen menuju ke glomerulus. Perubahan akan mengakibatkan produksi renin berubah dan kemudian mengaktifkan angiotensin II. Angiotensin II mengaktifkan korteks adrenal guna memproduksi aldosteron. Aldosteron meningkatkan reabsorpsi natrium pada tubulus ginjal. Reabsorpsi natrium menyebabkan peningkatan volume tekanan arteriole aferent, sehingga produksi renin terhenti. Perubahan tekanan dan volume yang terjadi pada sel-sel JG mempengaruhi pelepasan renin, angiotensin dan aldosterone.



Gambar 5. Sistem Pengaturan Umpan Balik, Hormon Kelenjar Sasaran Memberikan Umpan Balik ke Hipotalamus dan Diikuti Pelepasan Hormon Tropik oleh Hipofisis

Contoh pengaturan umpan balik lainnya yaitu insulin dan glukosa, berupa substansi metabolik yang diatur oleh hormon lalu bekerja secara langsung untuk melepaskan hormon tersebut. Insulin disekresi saat terjadi peningkatan kadar glukosa, tetapi bila terjadi penurunan kadar glukosa sekresi insulin akan dihentikan. Beberapa hormon hipofisis secara tidak langsung berpengaruh dalam pelepasan insulin. Hormon paratiroid (PTH) dan Kalsium mempunyai suatu sistem pengaturan unik.

Sekresi PTH dirangsang oleh penurunan kadar kalsium, begitupun sebaliknya PTH akan terhambat produksinya jika kadar kalsium meningkat. Aksis hipotalamus-hipofisis memiliki gambaran fisiologis berupa irama yang berasal dari struktur di otak. Contoh dari irama atau siklus pelepasan hormon yakni ACTH. Kadar ACTH pada pengukuran dan kortisol selama 24 jam, tampak peningkatan di pagi hari lalu menurun dan pada malam hari kadarnya meningkat kembali guna mencapai puncak pada esok paginya. Tipe irama seperti itu dikenal dengan irama sirkadian atau diurnal.

Struktur Sistem Endokrin

Tipe kelenjar terbagi menjadi dua yaitu eksokrin yang melepaskan sekresi ke dalam duktus pada permukaan tubuh seperti

kulit, organ internal seperti lapisan traktus intestinal dan endokrin yang terdiri dari hepar, pancreas, payudara, dan kelenjar lakrimalis untuk air mata. Kelenjar endokrin melepas sekresi langsung ke dalam darah. Pulau Langerhans pada pancreas, gonad (ovarium dan testis), kelenjar adrenal hipofisis, tiroid dan paratiroid serta timus termasuk kedalam kelenjar endokrin

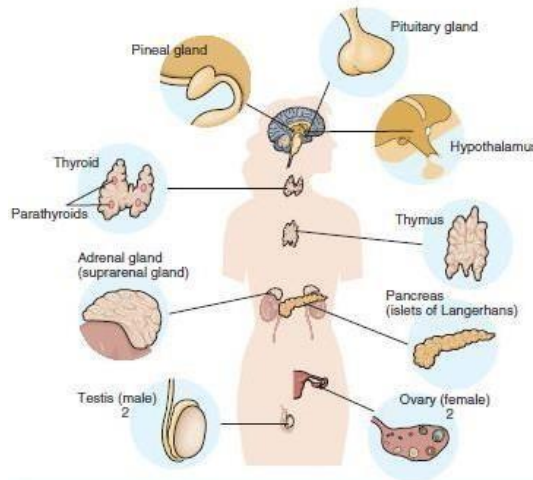


FIGURE 29-1 Structures of the endocrine system.

Gambar 6. Struktur Sistem Endokrin

Kelenjar hipofisis dan hipotalamus terletak di dalam rongga kepala dekat dasar otak. Kelenjar Pineal, berada di atas kelenjar hipofise. Thyroid gland terletak di leher bagian depan. Parathyroid gland di dekat kelenjar tiroid. Kelenjar Timus berada di dalam mediastinum di belakang os sternum. Kelenjar Pankreas berada di abdomen kuadran atas dan bagian belakang. Kelenjar suprarenal terletak di kutub atas ginjal kiri- kanan. Kelenjar kelamin laki-laki di Testis dan perempuan di Ovarium.

Sistem endokrin terdiri dari hipofisis, hipotalamus, tiroid, paratiroid, pankreas, adrenal, timus, ovarium, dan testis. Sistem endokrin tidak semudah seperti sistem tubuh yang lain. Ketika membahas ketidakseimbangan sistem endokrin, seringkali adanya variasi yaitu meningkat atau menurun (misalnya, hipertiroidisme

dengan hipotiroidisme).

Sebagian besar hormon yang diperlukan dalam jumlah yang sangat kecil, tingkat sirkulasi biasanya rendah. Kelenjar endokrin termasuk hipofisis, tiroid, paratiroid, adrenal, dan kelenjar pineal. Selain itu, beberapa organ dan jaringan tidak eksklusif diklasifikasikan sebagai kelenjar endokrin tapi mengandung sel-sel yang mengeluarkan hormon. ini termasuk hipotalamus, timus, pankreas, ovarium, testis, ginjal, lambung, jantung, usus kecil, kulit, jantung, jaringan adiposa, dan plasenta. Secara bersama-sama, semua kelenjar endokrin dan Sel-sel yang mensekresi hormon merupakan sistem endokrin.

Hipotalamus terletak di dasar otak tepat di bawah talamus. Hipotalamus adalah lokasi pusat termoregulasi, yang mengatur suhu tubuh, itu memainkan peran penting dalam keseimbangan air, pengaturan tekanan darah dan sensasi haus dan lapar hipotalamus-hipofisis yang utuh pertama-tama diperlukan untuk pertumbuhan normal dan perkembangan pubertas hingga remaja. Memiliki waktu pubertas yang normal sangat penting untuk partisipasi dalam kehidupan sehari-hari dengan teman sebaya yang sehat

Kelenjar tiroid terletak di anterior kartilago krikoid dan trakea, dan sedikit lebih rendah dari kartilago tiroid. Ini terdiri dari dua lobus lateral yang disatukan oleh sebuah tanah genting. Lobus lateral dapat ditelusuri dari aspek lateral kartilago tiroid sampai setinggi cincin trakea keenam. Tanah genting menutupi cincin trakea kedua dan ketiga. Seluruh kelenjar tertutup di dalam fascia pretrakeal, lapisan fascia dalam yang berlabuh kelenjar di posterior dengan trakea dan laringofaring, menyebabkannya bergerak saat menelan. Kelenjar tersebut memiliki jaringan fibrosa kapsul luar, dari mana septa berjalan ke kelenjar untuk memisahkannya menjadi lobus dan lobulus. Hal ini tumpang tindih oleh otot tali anterior. Selubung karotis dengan isinya terletak posterolateral untuk lobus. Dua saraf yang berhubungan dengan kelenjar dan berisiko mengalami kerusakan selama tiroidektomi adalah laring berulang dan eksternal saraf laring. Ini memasok laring dan berhubungan erat dengan arteri tiroid inferior dan superior,

masing-masing. Struktur terkait lainnya termasuk superior dan inferior kelenjar paratiroid, yang terletak di dekat bagian tengah dan kutub bawah lobus tiroid masing-masing. Tiroid adalah organ yang sangat vaskular dengan kapsuler yang luas dan anastomosis intra-tiroid antara pembuluh yang disebutkan dari kedua sisi.

Hormon tiroid memengaruhi jalur metabolisme utama yang terkait dengan kontrol keseimbangan energi, dan mengatur metabolisme melalui kerja di otak, lemak putih, lemak coklat, otot rangka dan pankreas. Hormon tiroid (THs) memberikan banyak efek fisiologis dan metabolik. Secara fisiologis, mereka mengatur homeostasis kerangka, kardiovaskular, dan sistem saraf; Secara metabolis, mereka merangsang metabolisme seluler di sebagian besar jaringan (kecuali otak, limpa, dan testis) melalui percepatan metabolisme protein, karbohidrat, dan lipid pada jalur anabolik dan katabolik.

Kelenjar normal adalah struktur ovoid atau lentiform dengan warna coklat kekuningan. Ini melekat pada aspek posterior kapsul tiroid dan kadang-kadang dapat terletak di dalam kapsul. Empat kelenjar paratiroid duduk berpasangan di kedua sisi garis tengah. Paratiroid superior biasanya terletak di tengah-tengah permukaan posterior kelenjar tiroid di atas tingkat di mana arteri tiroid inferior melintasi laring rekuren saraf. Paratiroid inferior umumnya ditemukan di kutub inferior tiroid, di bawah arteri tiroid inferior. Di hubungannya dengan nervus laringeus rekurens, superior dan inferior kelenjar terletak posterior dan anterior saraf masing-masing.

Kelenjar paratiroid (PG) adalah kelenjar endokrin, yang merupakan regulator humoral kalsium yang paling penting dan metabolisme fosfor dalam tubuh. Kelenjar muncul sebagai divertikula dari endoderm kantong branchial ketiga dan keempat antara kelima dan minggu kedua belas kehamilan. Kantung branchial IV membentuk kelenjar atas, dan kantung III membentuk inferior kelenjar. Produksi hormon paratiroid telah ditunjukkan sejak usia kehamilan 83/7 minggu. Kelenjar pituitari terletak di dalam fossa tulang sphenoid disebut fossa hipofisis atau sella

tursika. Ini terdiri dari lobus anterior seluler dan lobus posterior saraf dipisahkan oleh vesikel koloid dari pars intermedia. Lobus posterior adalah terhubung ke umbi cinereum di lantai ventrikel ketiga oleh infundibulum (atau tangkai hipofisis), yang melewati lipatan duramater yang menutupi kelenjar, diafragma sellae. Kelenjar adrenal adalah struktur retroperitoneal dengan berat masing-masing sekitar 5 g dan duduk di kutub atas ginjal di dalam lemak perinefrik dan dikelilingi oleh fascia Gerota.

Desidua kehamilan, berhubungan dengan janin membran, dianggap sebagai organ endokrin. Hormon yang diproduksi oleh desidua dapat bekerja pada jaringan yang berdekatan (korion dan miometrium) atau berkomunikasi dengan janin melalui cairan ketuban. Desidua menghasilkan prolaktin, relaksin, dan prostaglandin (PGs) yang diduga terlibat dalam proses persalinan.

Fungsi Sistem Endokrin

Sistem endokrin mempertahankan dan mengatur fungsi-fungsi tubuh yang sangat penting, contohnya: reaksi terhadap cedera dan stres, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, homeostatic ionic dan juga metabolisme. Apabila terjadi stres, sistem hormon terpacu melalui reaksi berantai bertujuan mempertahankan hidup. Mekanisme utama yang berperan dalam proses tersebut ialah aksis hipotalamus – hipofisis – adrenal. Tanpa adanya sistem hormon akan terjadi gangguan pertumbuhan dan perkembangan karena proses tersebut melibatkan hormonal dan juga susunan saraf pusat berupa aksis hipotalamus – hipofisis – gonad.

Sistem endokrin berperan penting guna mempertahankan homeostasis ionik. Makhluk hidup berada dalam lingkungan eksterna yang selalu berubah, pada sel-sel dan jaringan hidupnya harus tetap konstan. Sistem endokrin mengatur lingkungan interna melalui keseimbangan kalium, natrium, air dan asam basa. Hormon aldosteron dan antideuretik bertanggung jawab atas fungsi tersebut. Endokrin juga berfungsi mengatur konsentrasi kalium. Kalsium diperlukan untuk mengatur reaksi biokimia dalam sel dan mengaktifkan saraf dan fungsi sel otot secara normal. Kelenjar

paratiroid berfungsi mengatur keseimbangan kalsium. Pada akhirnya sistem endokrin bertujuan sebagai regulator metabolisme energi. Peningkatan basal metabolisme terjadi akibat hormon tiroid dan energi tersedia untuk sel-sel melalui kerja terintegrasi hormon gastrointestinal dan pankreas.

Desidua kehamilan, berhubungan dengan janin membran, dianggap sebagai organ endokrin. Hormon yang diproduksi oleh desidua dapat bekerja pada jaringan yang berdekatan (korion dan miometrium) atau berkomunikasi dengan janin melalui cairan ketuban. Desidua menghasilkan prolaktin, relaksin, dan prostaglandin (PGs) yang diduga terlibat dalam proses persalinan.

Sistem endokrin mempertahankan dan mengatur fungsi-fungsi tubuh yang sangat penting, contohnya: reaksi terhadap cedera dan stres, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, homeostatic ionic dan juga metabolisme. Apabila terjadi stres, sistem hormon terpacu melalui reaksi berantai bertujuan mempertahankan hidup. Mekanisme utama yang berperan dalam proses tersebut ialah aksis hipotalamus – hipofisis – adrenal. Tanpa adanya sistem hormon akan terjadi gangguan pertumbuhan dan perkembangan karna proses tersebut melibatkan hormonal dan juga susunan saraf pusat berupa aksis hipotalamus – hipofisis – gonad.

Sistem endokrin berperan penting guna mempertahankan hemostasis ionik. Mahluk hidup berada dalam lingkungan eksterna yang selalu berubah, pada sel-sel dan jaringan hidupnya harus tetap konstan. Sistem endokrin mengatur lingkungan interna melalui keseimbangan kalium, natrium, air dan asam basa. Hormon aldosteron dan antideuretik bertanggung jawab atas fungsi tersebut. Endokrin juga berfungsi mengatur konsentrasi kalium. Kalsium diperlukan untuk mengatur reaksi biokimia dalam sel dan mengaktifkan saraf dan fungsi sel otot secara normal. Kelenjar paratiroid berfungsi mengatur keseimbangan kalsium. Pada akhirnya sistem endokrin bertujuan sebagai regulator metabolisme energi. Peningkatan basal metabolisme terjadi akibat hormon tiroid dan energi tersedia untuk sel-sel melalui kerja terintegrasi hormon gastrointestinal dan pankreas.

Hubungan Antar Sistem Endokrin

Pembentukan hormon dapat terjadi baik dalam kumpulan lokal sel-sel tertentu, kelenjar endokrin, atau dalam sel-sel yang memiliki peran tambahan. Banyak hormon protein, seperti: hormon pertumbuhan (GH), PTH, prolaktin (PRL), insulin, dan glukagon, diproduksi dalam sel khusus dengan standar mekanisme sintetik protein umum untuk semua sel. Ini sel sekretori biasanya mengandung granula sekretori khusus yang dirancang untuk menyimpan sejumlah besar hormon dan untuk melepaskan hormon sebagai respons terhadap sinyal tertentu. Pembentukan molekul hormon kecil dimulai dengan ditemukan prekursor, biasanya di kelenjar tertentu seperti adrenal, gonad, atau tiroid.

Mekanisme Kerja Hormon

Mekanisme kerja hormon pada sel-sel target untuk memberikan efek spesifiknya dapat terjadi dengan berbagai cara, dimana hormon-hormon yang berasal dari protein dan polipeptida secara umum tidak langsung menembus dinding sel, melainkan bereaksi dengan reseptornya yang spesifik yang berada dipermukaan membran sel. Reaksi ini selanjutnya menyebabkan efek langsung pada membrane (dapat berupa perubahan-perubahan permeabilitas ion) atau efek intraseluler yang dimediasi oleh sistem second messenger di dalam sel.

Hormon membantu mengatur fungsi organ bersama sistem syaraf. Sistem regulasi ganda ini, dimana sistem syaraf lebih cepat mempengaruhi organ dibanding sistem hormon. Sehingga menghasilkan control yang tepat bagi fungsi tubuh. Kelenjar-kelenjar endokrin terdiri dari sel sekretori disusun dalam cluster disebut acini. Tidak ada salurannya tersendiri, namun kelenjar memiliki yang kaya akan suplay darah sehingga hasil produk hormon bisa masuk melalui pembuluh darah dengan cepat. Dalam keadaan fisiologis yang sehat, konsentrasi hormon dalam aliran darah dipertahankan pada tingkat relative konstan. Negative feedback /umpang balik negative adalah mekanisme untuk mengatur konsentrasi hormon dalam darah. ketika konsentrasi

hormon meningkat, produksi hormon akan dihambat. Sebaliknya, ketika konsentrasi hormon berkurang, maka produksi hormon akan lebih ditingkatkan. Hormon pada umumnya diangkut dalam cairan tubuh, dan jumlah hormon tertentu yang bersirkulasi pada tubuh maka akan disesuaikan.

Hormon insulin pada awalnya berinteraksi dengan reseptor insulin dipermukaan sel, yang diikuti dengan internalisasi dari kompleks insulinreseptor yang modulasi langsung dari proses-proses enzimatik. Hormon steroid seperti hormon seks estradiol, progesterone, dan juga vitamin D bersifat lipofilik, memasuki sel secara langsung dan bergabung dengan protein reseptor spesifik di dalam sitoplasma dan inti sel. Kompleks hormon-reseptor ini kemudian akan menembus inti sel dan berkaitan dengan hormon receptor element pada DNA inti yang selanjutnya berperan dalam transkripsi gen-gen spesifik untuk menghasilkan protein baru. Hormon tiroid juga dapat menembus membrane sel melalui proses difusi. Namun, tidak seperti steroid, hormon-hormon tiroid berkaitan langsung dengan protein reseptor yang afinitasnya tinggi serta berkaitan dengan DNA inti untuk mempengaruhi transkripsi mRNA dan berperan dalam sintesis protein.

Sejarah Endokrinologi

Pada abad ke-17 dan ke-18, praktik pengebirian merupakan bukti pertama sejarah endokrinologi. Orang biasa menjalani pengebirian (penghentian aktivitas testis) sebelum pubertas untuk mempertahankan suara yang murni dan kuat serta meningkatkan kontrol pernapasan. Praktik ini berakhir pada abad ke-20 ketika orang memahami bahwa ada banyak efek samping yang merugikan, seperti hilangnya resesi rambut temporal, panjang lengan dan kaki yang lebih panjang dari biasanya.

Pada tahun 1849, Berthold, seorang ahli fisiologi Jerman, melakukan beberapa percobaan pada capon (ayam jantan yang dikebiri) untuk membuktikan bahwa transplantasi testis dari burung utuh ke dalam perut capon dapat memulihkan karakteristik jantan normal. Arnold Adolph Berthold (1803–1861) mengamati

bahwa testis yang ditransplantasikan dari ayam jantan ke capon mengembalikan fungsi androgenik. Berthold menyimpulkan bahwa efek ini disebabkan oleh hubungan produktif testis, yaitu, melalui aksinya pada darah, dan kemudian melalui aksi berikutnya yang sesuai dari darah pada organisme secara keseluruhan.

Namun, penemuannya tetap tidak diperhatikan. n 1889, Brown- Séquard, seorang dokter Prancis, menyuntik dirinya sendiri dengan preparat yang terbuat dari darah dari vena testis, air mani, dan ekstrak testis anjing, marmut, atau kelinci dan melaporkan peningkatan yang signifikan dalam kekuatan, stamina, dan konsentrasinya. Dia mungkin orang pertama yang datang dengan ide terapi penggantian endokrin.

Gagasan terapi penggantian selanjutnya dipupuk oleh seorang ahli bedah terkenal, Victor Horsley, yang awalnya memperhatikan bahwa membedah kelenjar tiroid dari monyet menyebabkan perkembangan gejala miksedema. Kemudian, ia mengusulkan transplantasi tiroid domba ke pasien manusia untuk meningkatkan hasil klinis. Identy dikembangkan oleh dokter lain, George Murray, yang membuat ekstrak tiroid domba (jus tiroid merah muda) dan menyuntikkannya ke pasien wanita dan menemukan peningkatan yang menakjubkan dalam kondisinya.

Berikut beberapa tonggak-tonggak penelitian yang mengawali perkembangan endokrinologi (Suhandoyo, 2015):

1. Berthold (1849)

Mencatat jika (a). ayam dikastrasi maka jengger dan comnya tidak tumbuh, perilaku jantan terhambat. (b). ayam kastrasi di transplantasi dengan testes (dari burung yang sama atau berbeda), maka jengger akan tumbuh dan memperlihatkan perilaku jantan. (c). jika satu testes diambil maka testes yang tersisa akan membesar (compensatory hypertrophy). Kesimpulan yang dirumuskan oleh Berthold adalah testes mensekresikan suatu substansi yang ke dalam darah, selanjutnya menduga darah tersebut beraksi mempengaruhi perkembangan karakteristik hewan jantan. Substansi yang diduga oleh Berthold ini, saat ini dikenal

sebagai testosteron yang pemurniannya (dalam bentuk kristal) dilakukan tahun 1935.

2. Bayliss dan Starling (1902)

Pertama kali melaporkan adanya substansi yang disekresikan oleh mukosa usus halus yang merangsang sekresi getah pancreas (pancreatic juice). Penemuan ini mendukung pernyataan bahwa kontrol sekresi enzim pancreas dipengaruhi oleh faktor humoral disamping saraf. Cairan dari usus halus ini saat ini dikenal sebagai sekretin. Starling (1905) pertamakali mengenalkan istilah hormon (hormon dalam bahasa Yunani berarti membangkitkan aktifitas) bagi substansi pengatur tersebut.

3. Von Mering dan Mikowski (1889)

Pada anjing dengan metoda pembedahan, menunjukkan penghilangan pancreas akan menyebabkan munculnya gejala seperti diabetes mellitus pada manusia. Ini menunjukkan adanya ketidakserasian dalam metabolisme karbohidrat karena tidak berfungsinya pankreas. Banting dan Best (1922) pada penelitiannya menyimpulkan bahwa pulau-pulau langerhans paling bertanggung jawab dalam peran pengaturan metabolisme karbohidrat. Mereka menunjukkan peranan pulau-pulau langerhans melalui sekretnya dalam mengatur kadar glukosa darah. Hormon ini diberi nama insulin oleh Schaefer.

4. Sutherland (1962)

Menemukan cAMP (cyclic adenosin 3',5' monophosphate) dalam material biologi. Diketahui kini, bahwa cAMP merupakan "*second messenger*" bagi aktifitas hormon dan sangat berperan di dalam proses-proses fisiologi seluler.

5. Harris (1955)

Menunjukkan adanya kontrol aktifitas kelenjar pituitary (dikenal sebagai master gland) oleh faktor-faktor humoral yang berasal dari hipotalamus.

a. Penemuan Hormon Pertama

Pada tahun 1902, William Bayliss dan Ernest Starling menemukan bahwa sebagai respons terhadap pengiriman cairan asam dari lambung ke usus, sekretin, sekresi internal, dilepaskan ke dalam darah dari sel-sel endokrin duodenum. Mereka juga mengungkapkan bahwa sekretin merangsang sekresi bikarbonat dari pankreas yang menetralkan cairan asam di usus. Pada tahun 1905, Ernest Starling pertama kali menciptakan istilah 'hormon', dan sekretin adalah hormon yang pertama kali dijelaskan.

b. Penemuan insulin

Pada periode 1900 – 1930, banyak hormon diidentifikasi, dan berbagai penelitian tentang biokimia hormon, siklus reproduksi, dan operasi terkait endokrin dilakukan. Pada tahun 1916, Asosiasi untuk Studi Sekresi Internal didirikan, yang sekarang dikenal sebagai Masyarakat Endokrin. Perjalanan identifikasi insulin dimulai pada abad ke-19 dengan pengamatan bahwa pembedahan pankreas dari anjing mengakibatkan timbulnya diabetes. Namun, pada saat itu, isolasi insulin sulit karena pankreas membuat sekresi endokrin dan eksokrin. Pada tahun 1921, Frederick Banting dan Charles Best melakukan percobaan pada anjing penderita diabetes dan menyembuhkan kondisi tersebut dengan ekstrak sel pulau pankreas anjing sehat. Ini menandai penemuan insulin. Selain itu, Frederick Banting mengisolasi insulin setelah menonaktifkan bagian eksokrin pankreas dengan ligasi. Pada tahun 1921, insulin

disuntikkan untuk pertama kalinya ke Leonard Thompson yang menderita diabetes tipe 1. Perawatan ini benar-benar membalikkan kondisinya, yang dulunya mengancam jiwa sebelum ditemukannya insulin.

c. Penemuan hormon seks

Pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20, Eugen Steinach menemukan hormon seks melalui eksperimennya pada tikus. Dia mengeluarkan testis dari tikus dan menanamkannya di perut tikus, dan dia menemukan bahwa karakteristik pria normal dari tikus telah dihentikan. Kemudian, ia mengungkapkan bahwa sel-sel interstisial testis menghasilkan hormon seks pria.

Eugen Steinach juga mengembangkan prosedur untuk meningkatkan kadar testosteron dalam tubuh. Eksperimennya mengungkapkan bahwa tingkat testosteron dan dorongan seksual dapat ditingkatkan pada pria dengan menutup atau mengikat saluran (vas deferens) yang membawa sperma dari testis ke penis. Prosedur ini disebut vasektomi di era endokrinologi modern.

Semua temuan revolusioner ini bersama-sama membuka jalan menuju endokrinologi modern. Penemuan sistem endokrin memiliki sejarah yang sangat panjang dan kaya, dimulai dari zaman kegelapan ketika Pemenang pertempuran memakan organ (otak, jantung, gonad) musuh yang berpikir bahwa mereka mengandung kekuatan penting. Perjalanan masih berlanjut dengan penemuan-penemuan menarik dan inovatif, seperti penemuan leptin dan hubungannya dengan obesitas

C. KESIMPULAN

Endokrinologi terdiri dari dua kata yaitu endokrin dan logos. Logos berarti ilmu, sedangkan Endokrin berasal dari kata “endo” yang berarti “dalam” atau “ke dalam” dan “krinein” yang berarti “sekresi”. Endokrinologi adalah bagian ilmu pengetahuan kedokteran yang mempelajari hormon dan komunikasi antar sel di dalam tubuh. Pada abad ke-17 dan ke-18, praktik pengebirian merupakan bukti pertama sejarah endokrinologi. Beberapa tokoh yang mengawali perkembangan endokrinologi diantaranya adalah Berthold (1849), Bayliss dan Starling (1902), Von Mering dan Mikowski (1889), Sutherland (1962), Harris (1955).