



Penyakit Endokrin



Donny Richard Mataputun, Yulian Heiwer Matongka
Yanti Anggraini, Mila Sartika, Dirga, Ribka Sabarina Panjaitan
Mukhamad Rajin, Ratna Puspita, Upik Rahmi
Novrilia Atika Nabila, Reny Deswita
Rizky Hidayaturahmah, Achmad Shidiq

UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Keterangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Penyakit Endokrin

Donny Richard Mataputun, Yulian Heiwer Matongka
Yanti Anggraini Mila Sartika, Dirga, Ribka Sabarina Panjaitan
Mukhamad Rajin, Ratna Puspita, Upik Rahmi
Novrilia Atika Nabila, Reny Deswita
Rizky Hidayaturahmah, Achmad Shidiq



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Penyakit Endokrin

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2024

Penulis:

Donny Richard Mataputun, Yulian Heiwer Matongka
Yanti Anggraini, Mila Sartika, Dirga, Ribka Sabarina Panjaitan
Mukhamad Rajin, Ratna Puspita, Upik Rahmi
Novrilia Atika Nabila, Reny Deswita
Rizky Hidayaturahmah, Achmad Shidiq

Editor: Matias Julyus Fika Sirait

Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

IKAPI: 044/SUT/2021

Donny Richard Mataputun., dkk.

Penyakit Endokrin

Yayasan Kita Menulis, 2024

xvi; 218 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-113-298-7

Cetakan 1, Mei 2024

I. Penyakit Endokrin

II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Segala puja dan puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas karunia dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan buku "Penyakit Endokrin" dengan baik. Buku ini disusun atas kerjasama dan kolaborasi dosen dari berbagai institusi sebagai wujud dari Tri Dharma Perguruan Tinggi.

Tujuan penulisan buku ini untuk membantu mahasiswa maupun pembaca secara umum dalam memahami konsep Endokrin serta berbagai macam gangguan sistem endokrin. Kehadiran buku ini juga diharapkan dapat menjadi sumber referensi berdasarkan hasil studi pustaka yang mendalam.

Buku ini membahas :

Bab 1 Konsep Dasar dan Pentingnya Sistem Endokrin

Bab 2 Hipotalamus dan Hipofisis

Bab 3 Diabetes Mellitus

Bab 4 Komplikasi Akut dan Kronis Diabetes

Bab 5 Gangguan Tiroid: Hipotiroidisme

Bab 6 Kalsium dan Gangguan Metabolik Tulang

Bab 7 Hiperfungsi Adrenal

Bab 8 Obesitas dan Gangguan Metabolik

Bab 9 Sindrom Cushing dan Penyakit Addison

Bab 10 PCOS (Polycystic Ovarian Syndrome)

Bab 11 Osteoporosis: Hormon dan Kesehatan Tulang

Bab 12 Hiperparatiroidisme dan Pengaturan Kalsium

Bab 13 Pendekatan Laboratorium dan Pencitraan pada Endokrinologi

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Yayasan Kita Menulis yang telah memfasilitasi para penulis dalam mengembangkan ilmu pengetahuan yang dimiliki. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan keberkahan untuk seluruh tim yang terlibat dalam penyusunan buku ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan dan kekurangan dalam menulis buku ini. Oleh karena itu, penulis menerima saran dan masukan dengan senang hati. Semoga buku ini memberikan banyak manfaat bagi penulis dan pembacanya.

Jakarta, April 2024

Penulis
Donny Richard Mataputun, dkk.

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel.....	xv

Bab 1 Konsep Dasar dan Pentingnya Sistem Endokrin

1.1 Konsep Endokrin.....	1
1.2 Macam-macam Kelenjar Endokrin.....	2
1.2.1 Kelenjar hipofisis.....	2
1.2.2 Kelenjar Tiroid (Kelenjar Gondok).....	4
1.2.3 Kelenjar Paratiroid (Kelenjar Anak Gondok)	5
1.2.4 Kelenjar Epifisis	5
1.2.5 Kelenjar Timus	6
1.2.6 Kelenjar Adrenal	6
1.2.7 Kelenjar Kelamin	6
1.2.8 Kelenjar Langerhans (Pankreas)	7
1.2.9 Kelenjar pencernaan (Kelenjar Usus atau Lambung).....	7
1.3 Pentingnya Sistem Endokrin	7

Bab 2 Hipotalamus dan Hipofisis

2.1 Hipotalamus	9
2.2 Hipofisis	10
2.2.1 Hipofisis Anterior	11
2.2.2 Hipofisis Posterior	12
3.3 Kelenjar Tiroid	13
3.4 Kelenjar Paratiroid	14
3.5 Kelenjar Adrenal.....	15
3.6 Pankreas	16
3.7 Gonad	17

Bab 3 Diabetes Mellitus

3.1 Pendahuluan.....	19
3.2 Konsep Dasar Penyakit Diabetes Mellitus	20
3.2.1 Definisi.....	20

3.2.2 Etiologi.....	20
3.2.3 Manifestasi Klinik.....	21
3.2.4 Patofisiologi	21
3.2.5 Komplikasi.....	23
3.2.6 Pemeriksaan Diagnostik	24
3.2.7 Penatalaksanaan Medis.....	24
3.2.8 Penatalaksanaan Keperawatan	25
3.3 Asuhan Keperawatan	26
3.3.1 Pengkajian.....	26
3.3.2 Diagnosa Keperawatan	27
3.3.3 Rencana Tindakan Keperawatan	27

Bab 4 Komplikasi Akut dan Kronis Diabetes

4.1 Pendahuluan.....	31
4.2 Komplikasi Akut Diabetes Melitus.....	32
4.2.1 Ketoasidosis diabetik (KAD).....	32
4.2.2 Status Hiperglikemi Hiperosmolar (SHH).....	40
4.2.3 Hipoglikemia.....	44
4.3 Komplikasi Kronis Diabetes Melitus.....	49
4.3.1 Mikroangiopati.....	49
4.3.2 Makroangiopati	67
4.3.3 Gangren Diabetika.....	71

Bab 5 Gangguan Tiroid: Hipotiroidisme

5.1 Pendahuluan.....	77
5.2 Etiologi	78
5.3 Epidemiologi.....	79
5.4 Patofisiologi	80
5.5 Pemeriksaan Riwayat dan Fisik	81
5.6 Evaluasi	83
5.7 Pengobatan pada Gangguan Neuropati perifer.....	84
5.8 Prognosis dan Komplikasi Penyakit.....	86

Bab 6 Kalsium dan Gangguan Metabolik Tulang

6.1 Pengantar tentang Kalsium dan Metabolik Tulang.....	89
6.2 Regulasi Kalsium Dalam Tubuh	92
6.3 Gangguan Kalsium: Hipokalsemia	93
6.4 Gangguan Kalsium: Hiperkalsemia	94
6.5 Osteoporosis.....	95

6.6 Gangguan Kalsium Lainnya	96
6.7 Aspek Nutrisi	97
6.8 Pengobatan dan Manajemen Gangguan Kalsium.....	98
6.9 Pengobatan Gangguan Metabolik Tulang	99

Bab 7 Hiperfungsi Adrenal

7.1 Fisiologi Kelenjar Adrenal.....	101
7.2 Hiperfungsi Kelenjar Adrenal	102
7.2.1 Sindroma Dan Penyakit Chusing.....	120
7.2.2 Pheochromocytoma	108

Bab 8 Obesitas dan Gangguan Metabolik

8.1 Diabetes Tipe 2	113
8.2 Sindrom Metabolik	116
8.3 Hipotiroidisme	119
8.4 Hiperkortisolisme	122

Bab 9 Sindrom Cushing dan Penyakit Addison

9.1 Insufisiensi Adrenokortikal Penyakit Addison.....	127
9.1.1 Pengertian	127
9.1.2 Patofisiologi	127
9.1.3 Etiologi	128
9.1.4 Tanda dan Gejala	128
9.1.5 Komplikasi	128
9.1.6 Tes Diagnostik	129
9.1.7 Terapi Intervensi	129
9.1.8 Proses Keperawatan Pasien Penyakit Addison	129
9.2 Penyakit/Sindrom Cushing	131
9.2.1 Patofisiologi.....	131
9.2.2 Etiologi	131
9.2.3 Tanda dan Gejala.....	132
9.2.4 Tes Diagnostik	132
9.2.5 Intervensi Terapi	132
9.2.6 Proses Keperawatan Pasien Penyakit Cushing	133
9.2.7 Evaluasi.....	135

Bab 10 PCOS (Polycystic Ovarian Syndrome)

10.1 Pendahuluan PCOS	137
10.2 Epidemiologi PCOS.....	138
10.3 Etiologi PCOS	139
10.4 Patofisiologi PCOS	139
10.5 Gejala Klinis PCOS.....	142
10.6 Assesment/Diagnosis PCOS	143
10.6.1 PCOS pada Remaja.....	143
10.6.2 Anovulasi Kronis.....	143
10.6.3 Hiperandrogenisme	144
10.6.4 Morfologi Ovarium Polikistik.....	144
10.6.5 Penilaian Tambahan	145
10.7 Treatment dan Manajemen PCOS	147
10.7.1 Pendekatan Non Farmakologi	147
10.7.2 Pendekatan Farmakologi	148

Bab 11 Osteoporosis: Hormon dan Kesehatan Tulang

11.1 Definisi	153
11.2 Etiologi	153
11.3 Patofisiologi	154
11.4 Manifestasi Klinis	155
11.5 Klasifikasi	156
11.6 Pemeriksaan Penunjang	156
11.7 Penatalaksanaan	157
11.7.1 Terapi Farmakologi	157
11.7.2 Terapi Non Farmakologi.....	159
11.8 Pencegahan	160

Bab 12 Hiperparatiroidisme dan Pengaturan Kalsium

12.1 Pendahuluan.....	163
12.2 Kelenjar Paratiroid.....	165
12.3 Hiperparatiroid.....	166
12.3.1 Hiperparatiroid Primer.....	167
12.3.2 Hiperparatiroid Sekunder	169
12.3.3 Hiperparatiroid Tersier (Idiopatik).....	169
12.4 Hiperparatiroid Primer dengan Normokalsemia.....	170

Bab 13 Pendekatan Laboratorium dan Pencitraan pada Endokrinologi

13.1 Pendahuluan.....	177
13.2 Prinsip Dasar Tes Hormonal dan Pencitraan.....	178
13.2.1 Imunoasai	179
13.2.2 Spektrometri Massa	180
13.2.3 Kromatografi.....	182
13.2.4 Pengukuran Hormon Bebas	184
13.2.5 Ultrasonografi (USG).....	185
13.2.6 Computed Tomography (CT) scan	185
13.2.7 Magnetic Resonance Imaging (MRI).....	186
13.2.8 Positron Emission Tomography (PET) scan	186
13.3 Studi Kasus	188
13.3.1 Penyakit Tiroid: Studi Kasus Hipertiroidisme.....	188
13.3.2 Disfungsi Adrenal: Studi Kasus Sindrom Cushing.....	188
13.3.3 Gangguan Metabolik Tulang: Studi Kasus Osteoporosis.....	189
13.4 Inovasi Terbaru dalam Endokrinologi dan Dampaknya pada Praktik Klinis.....	189
13.4.1 Teknologi Pencitraan Terkini: Hibrida PET/MRI.....	190
13.4.2 Tes Panel Genetik	190
13.4.3 Artificial Intelligence (AI) dan Big Data	191
Daftar Pustaka	193
Biodata Penulis	211

Daftar Gambar

Gambar 1.1:	Sistem endokrin pada tubuh.....	2
Gambar 1.2:	Hipotalamus	3
Gambar 2.1:	Letak Kelenjar Endokrin utama.....	11
Gambar 4.1:	Pertahanan Fisiologis dan Perilaku Terhadap Hipoglikemia pada Manusia. (ACH, asetilkolin; NE, norepinefrin; PNS, sistem saraf parasimpatis; SNS, sistem saraf simpatik).....	46
Gambar 4.2:	Pathways Angiopati Makrovaskular	69
Gambar 4.3:	Angiopati makrovaskular diabetik dan komplikasinya	70
Gambar 5.1:	Poros hipotalamus-hipofisis-tiroid.....	81
Gambar 5.2:	Gejala Hipotiroid	82
Gambar 7.1:	Manifestasi Klinis pada Sindroma Chusing	105
Gambar 10.1:	Patofisiologi PCOS.....	141
Gambar 10.2:	Gen yang berperan dalam PCOS.....	142
Gambar 12.1:	Kelenjar endokrin dan hormon yang diproduksi.....	164
Gambar 12.2:	Kelenjar Paratiroid.....	165
Gambar 12.3:	Patofisiologi Hiperparatiroid.....	170
Gambar 13.1:	Perbandingan competitive dengan immunometric assay	179
Gambar 13.2:	Cara kerja spektrometri massa	180
Gambar 13.3:	Cara kerja HPLC yang dikombinasikan dengan Spektrometri Massa	183
Gambar 13.4:	Pengukuran Hormon Bebas dengan a. Metode Dialisis, b. Metode Non dialisis analog hormon berlabel, c. Metode Non dialisis antibody berlabel.....	185

Daftar Tabel

Tabel 3.1: Tabel tujuan kriteria hasil dan intervensi Gangguan defisit nutrisi	27
Tabel 3.2: Tujuan Kriteria Hasil dan Intervensi Hipervolemia	28
Tabel 3.3: Tabel tujuan kriteria hasil dan intervensi Gangguan citra tubuh.	29
Tabel 3.4: Tabel tujuan kriteria hasil dan intervensi Risiko terhadap cedera	30
Tabel 4.1: Klasifikasi Hipoglikemia pada Diabetes	44
Tabel 7.1: Penyebab Sindroma Chusing	104
Tabel 7.2: Frekuensi Tanda dan Gejala Sindroma Chusing	106
Tabel 12.1: Gambaran penderita hiperparatiroidisme primer yang simptomatik dan asimptomatik	167
Tabel 12.2: Kategori Kadar Vitamin D	173
Tabel 13.1: Perbandingan Metode Pemeriksaan Laboratorium dan Pencitraan dalam Endokrinologi	186

Bab 6

Kalsium dan Gangguan Metabolik Tulang

6.1 Pengantar tentang Kalsium dan Metabolik Tulang

Kalsium adalah zat gizi mikro yang sangat esensial bagi tubuh dan merupakan mineral yang paling melimpah, mencapai sekitar 1,5-2% dari berat badan orang dewasa, sekitar 1 kg. Dalam sirkulasi darah, sekitar 50% dari kalsium hadir dalam bentuk ion kalsium (Ca^{2+}), yang bersifat aktif dan bebas. Sebagian kalsium juga ditemukan dalam bentuk kompleks dengan anion lainnya, seperti bikarbonat, lateks, fosfat, dan sitrat, mencapai sekitar 10%. Selain itu, sekitar 40% kalsium dalam darah terikat pada protein plasma, terutama albumin dan globulin, dalam bentuk ion kalsium yang berikatan.

Kalsium utama dalam makanan biasanya ada dalam produk susu dan turunannya, seperti keju atau yogurt. Namun, sumber kalsium lainnya juga perlu dipertimbangkan untuk memenuhi kebutuhan kalsium, baik dari sumber hewani maupun nabati. Produk hewani, seperti sarden atau ikan yang dimakan bersama tulang, termasuk ikan kering, merupakan opsi yang baik untuk mendapatkan kalsium.

Kalsium diserap di usus halus melalui pengaturan hormon calci-tropic, termasuk vitamin D3 aktif (1,25-(OH)2D3) dan hormon paratiroid (PTH). Untuk menjaga keseimbangan kalsium, ginjal perlu mengeluarkan kalsium sejumlah yang diserap oleh usus halus.

Kalsium adalah mineral penting yang terutama terkait dengan pembentukan tulang dan metabolisme. Lebih dari 99% total kalsium tubuh disimpan dalam kerangka, hal ini menunjukkan pentingnya kalsium dalam menjaga kesehatan tulang. Tinjauan sistematis terbaru bertujuan untuk memperbarui nilai referensi makanan untuk kalsium, menekankan perlunya memahami kebutuhan dan dampak kesehatannya. Salah satu studi tersebut berfokus pada asupan kalsium dalam pemeliharaan kesehatan, mensintesis data ilmiah terbaru untuk menginformasikan pedoman diet saat ini. Selain itu, penelitian telah mengeksplorasi hubungan antara asupan kalsium dan metabolisme lipid, yang menunjukkan implikasi potensial terhadap kesehatan jantung (Bartoszynski and Shelah, 2018).

Pentingnya kalsium lebih dari sekedar kesehatan tulang, karena berperan dalam berbagai fungsi fisiologis. Kalsium terlibat dalam kontraksi otot, transmisi saraf, pembekuan darah, dan aktivasi enzim. Selain itu, penelitian telah menyelidiki suplementasi kalsium dan pengaruhnya terhadap metabolisme lipid. Sebuah tinjauan sistematis di bidang ini melaporkan manfaat potensial dari suplementasi kalsium pada metabolisme lipid, yang mungkin memiliki implikasi terhadap pengurangan risiko kardiovaskular.

Namun, meski penting, asupan kalsium di kalangan populasi tertentu, seperti lansia, telah menimbulkan kekhawatiran. Mengurangi konsumsi kalsium dalam makanan orang lanjut usia, ditambah dengan faktor-faktor seperti osteoporosis, meningkatkan risiko patah tulang dan masalah muskuloskeletal lainnya. Oleh karena itu, memahami faktor-faktor yang memengaruhi asupan kalsium dan menerapkan strategi untuk memastikan konsumsi yang cukup sangat penting untuk menjaga kesehatan tulang dan kesejahteraan secara keseluruhan.

Kesimpulannya, kalsium merupakan nutrisi penting yang penting untuk kesehatan tulang dan berbagai proses fisiologis. Literatur terbaru menyoroti pentingnya memahami kebutuhan kalsium dan dampaknya terhadap pemeliharaan kesehatan, khususnya pada populasi yang rentan terhadap kekurangan kalsium. Penelitian lebih lanjut mengenai mekanisme yang mendasari metabolisme kalsium dan kemanjuran intervensi yang bertujuan

mengoptimalkan asupan kalsium diperlukan untuk meningkatkan hasil kesehatan yang optimal (Bartoszynski and Shelah, 2018).

Gangguan metabolisme tulang mencakup beragam kelompok kondisi yang memengaruhi kesehatan tulang, ditandai dengan kelainan metabolisme tulang. Kelainan ini, seperti osteoporosis, osteomalasia, dan hiperparatiroidisme primer, diakibatkan oleh gangguan keseimbangan antara pembentukan dan resorpsi tulang. Osteoporosis, kelainan tulang metabolik yang paling umum, menyebabkan berkurangnya kepadatan tulang dan peningkatan risiko patah tulang. Osteomalacia dan rakhitis, sering kali disebabkan oleh kekurangan vitamin D, menyebabkan tulang menjadi lunak dan lemah, terutama pada anak-anak (el Demellawy et al., 2018).

Penelitian terbaru berfokus pada pemahaman mekanisme genetik dan molekuler yang mendasari penyakit metabolik tulang hereditas. Selain itu, kemajuan dalam pengembangan obat bertujuan untuk memberikan terapi yang ditargetkan untuk gangguan ini, meningkatkan kualitas hidup pasien. Namun, penanganan kelainan tulang metabolik masih merupakan tantangan yang kompleks dan memerlukan pendekatan multidisiplin yang melibatkan profesional kesehatan, peneliti, dan pembuat kebijakan. Kesimpulannya, kelainan metabolik tulang menimbulkan masalah kesehatan masyarakat yang signifikan di seluruh dunia. Penelitian lebih lanjut mengenai patogenesis, diagnosis, dan pengobatannya sangat penting untuk mengembangkan strategi pencegahan dan intervensi terapeutik yang efektif untuk mengurangi dampaknya terhadap kesehatan global.

Memahami metabolisme kalsium sangat penting karena implikasinya terhadap kesehatan dan kesejahteraan secara keseluruhan. Ketidakseimbangan kadar kalsium, baik hipo atau hiperkalsemia, dapat menyebabkan gangguan kesehatan, termasuk gangguan tulang seperti osteoporosis dan kelainan metabolisme seperti batu ginjal. Selain itu, gangguan dalam regulasi kalsium dapat memengaruhi sistem fisiologis lainnya, berkontribusi terhadap kondisi seperti penyakit kardiovaskular dan gangguan neurologis. Oleh karena itu, pengetahuan komprehensif tentang metabolisme kalsium dan mekanisme pengaturannya sangat penting bagi dokter dan peneliti untuk mengatasi dan mengelola berbagai kondisi kesehatan secara efektif (Tinawi, 2021)

6.2 Regulasi Kalsium Dalam Tubuh

Regulasi kalsium dalam tubuh merupakan proses kompleks yang diatur oleh berbagai mekanisme fisiologis untuk mempertahankan homeostatis. Terutama, sistem endokrin hormon paratiroid (PTH) vitamin D memainkan peran sentral dalam regulasi metabolisme kalsium. PTH, yang disekresikan oleh kelenjar paratiroid sebagai respons terhadap kadar kalsium serum yang rendah, menstimulasi aktivitas osteoklas, menyebabkan resorpsi tulang, yang melepaskan kalsium ke dalam aliran darah. Selain itu, PTH meningkatkan reabsorpsi kalsium ginjal dan merangsang produksi kalsitriol, bentuk aktif vitamin D, yang pada gilirannya meningkatkan penyerapan kalsium di usus. Sebaliknya, kadar kalsium serum yang tinggi menekan sekresi PTH, berkontribusi terhadap pemulihan keseimbangan kalsium.

Homeostasis kalsium selanjutnya diatur oleh hormon lain, termasuk kalsitonin, yang diproduksi oleh sel C kelenjar tiroid. Kalsitonin melawan aksi PTH dengan menghambat aktivitas osteoklas, sehingga mengurangi resorpsi tulang dan menurunkan kadar kalsium serum. Selain itu, kalsitonin meningkatkan ekskresi kalsium ginjal, mendorong pembuangan kalsium dari aliran darah. Namun, signifikansi fisiologis kalsitonin dalam regulasi kalsium manusia masih diperdebatkan, dan perannya dianggap kurang penting dibandingkan dengan PTH dan vitamin D.

Selain regulasi hormonal, keseimbangan kalsium dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti asupan makanan, pergantian tulang, dan fungsi ginjal. Penyerapan kalsium dari makanan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti status vitamin D dan adanya komponen makanan yang dapat meningkatkan atau menghambat penyerapan kalsium. Lebih jauh lagi, tulang berfungsi sebagai reservoir penyimpanan dan pelepasan kalsium, dengan proses remodeling tulang yang secara dinamis menjaga kadar kalsium. Ekskresi kalsium ginjal, terutama diatur oleh ginjal, membantu menyempurnakan keseimbangan kalsium dengan menghilangkan kelebihan kalsium dari tubuh (Cormick and Belizán, 2019).

6.3 Gangguan Kalsium: Hipokalsemia

Hipokalsemia, yang ditandai dengan rendahnya kadar kalsium dalam darah, menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan dan dapat menyebabkan berbagai gejala yang memengaruhi banyak sistem organ. Etiologi hipokalsemia beragam, mencakup faktor-faktor seperti kekurangan vitamin D, kelainan bawaan, dan kondisi yang didapat seperti penyakit ginjal kronis. Lebih jauh lagi, hipokalsemia dapat terjadi akibat asupan kalsium yang tidak mencukupi, gangguan penyerapan kalsium, atau peningkatan ekskresi kalsium, yang menunjukkan sifat multifaktorial dari kelainan ini. Secara klinis, hipokalsemia dapat bermanifestasi sebagai iritabilitas neuromuskular, termasuk kram otot, tetani, dan kejang, serta manifestasi kardiovaskular seperti pemanjangan interval QT dan aritmia (Murray and Wolf, 2024).

Penatalaksanaan hipokalsemia melibatkan mengatasi penyebab yang mendasari sekaligus memperbaiki ketidakseimbangan kalsium untuk mencegah komplikasi. Dalam keadaan akut, suplementasi kalsium intravena seringkali diperlukan untuk meningkatkan kadar kalsium serum dengan cepat dan meringankan gejala. Penatalaksanaan jangka panjang mungkin memerlukan suplementasi kalsium oral dan terapi vitamin D untuk mempertahankan kadar kalsium yang memadai dan meningkatkan kesehatan tulang. Selain itu, pemantauan ketat terhadap kadar kalsium serum dan gejala klinis sangat penting untuk menyesuaikan rejimen pengobatan dan mencegah kekambuhan.

Meskipun terdapat kemajuan dalam pemahaman patofisiologi dan penatalaksanaan hipokalsemia, tantangan tetap ada dalam mengoptimalkan strategi diagnosis dan pengobatan. Dokter harus menavigasi kompleksitas dalam mengidentifikasi etiologi yang mendasarinya, khususnya dalam kasus hipokalsemia kronis, di mana berbagai faktor yang berkontribusi dapat terjadi bersamaan. Selain itu, menyeimbangkan risiko dan manfaat suplementasi kalsium, terutama pada populasi rentan seperti penderita gangguan ginjal, memerlukan pertimbangan yang cermat. Upaya kolaboratif di antara penyedia layanan kesehatan, termasuk ahli endokrinologi, nefrologi, dan dokter layanan primer, sangat penting untuk memastikan manajemen komprehensif dan meningkatkan hasil bagi pasien dengan hipokalsemia (Bove-Fenderson and Mannstadt, 2018).

6.4 Gangguan Kalsium: Hiperkalsemia

Hiperkalsemia, ditandai dengan peningkatan kadar kalsium serum melebihi dua standar deviasi di atas nilai rata-rata, menghadirkan tantangan klinis yang kompleks. Penyakit ini dapat disebabkan oleh berbagai etiologi, termasuk hiperparatiroidisme primer, keganasan, dan penyakit granulomatosa. Memahami patofisiologi yang mendasari sangat penting untuk penatalaksanaan yang efektif, karena hiperkalsemia dapat menyebabkan komplikasi serius seperti batu ginjal, resorpsi tulang, dan aritmia jantung. Penelitian terbaru telah menjelaskan mekanisme rumit yang mengatur homeostasis kalsium dan beragam kondisi yang berkontribusi terhadap hiperkalsemia, menekankan pentingnya pendekatan diagnostik yang komprehensif.

Gambaran klinis hiperkalsemia dapat sangat bervariasi tergantung pada penyebab yang mendasari dan tingkat keparahan gangguan kalsium. Pasien mungkin menunjukkan gejala nonspesifik seperti kelelahan, konstipasi, dan poliuria, membuat diagnosis sulit dilakukan tanpa kecurigaan yang tinggi. Evaluasi laboratorium biasanya menunjukkan peningkatan kadar kalsium serum disertai dengan penekanan sekresi hormon paratiroid (PTH), meskipun terdapat pengecualian, terutama pada hiperkalsemia terkait keganasan. Studi pencitraan dan tes laboratorium tambahan, termasuk elektroforesis protein serum dan ekskresi kalsium urin 24 jam, mungkin diperlukan untuk mengidentifikasi penyebab yang mendasari dan memandu penatalaksanaan (Tonon et al., 2022).

Strategi penatalaksanaan hiperkalsemia bertujuan untuk mengatasi penyebab yang mendasarinya sekaligus mengurangi gejala dan mencegah komplikasi. Dalam kasus hiperkalsemia berat atau gejala akut, hidrasi agresif dengan infus garam dan diuretik loop dapat meningkatkan ekskresi kalsium urin dan menurunkan kadar kalsium serum. Bifosfonat, kalsitonin, dan denosumab umumnya digunakan untuk menghambat resorpsi tulang dan mengurangi konsentrasi kalsium serum, khususnya pada hiperkalsemia terkait keganasan. Selain itu, pengobatan penyakit yang mendasarinya, seperti reseksi bedah kelenjar paratiroid yang mengalami hiperfungsi atau kemoterapi untuk penyakit ganas, sangat penting untuk penatalaksanaan jangka panjang dan mencegah kekambuhan.

6.5 Osteoporosis

Osteoporosis, suatu kondisi yang ditandai dengan melemahnya tulang, telah mendapat perhatian besar di bidang medis karena prevalensinya yang luas dan potensi dampak kesehatan yang serius. Studi tentang osteoporosis mencakup berbagai disiplin ilmu, termasuk fisiologi, epidemiologi, genetika, dan biomekanik, semuanya bertujuan untuk memahami penyebab, perkembangan, dan pengobatan yang efektif.

Salah satu aspek mendasar dari penelitian osteoporosis berkisar pada metabolisme tulang, proses dinamis pembentukan dan resorpsi tulang. Penelitian telah menjelaskan interaksi yang rumit antara hormon, khususnya estrogen dan hormon paratiroid, dalam mengatur remodeling tulang. Lebih jauh lagi, penyelidikan terhadap mekanisme molekuler yang mendasari aktivitas osteoklas dan osteoblas telah memberikan wawasan mengenai target terapi potensial untuk memodulasi kepadatan tulang.

Studi epidemiologi telah menjelaskan prevalensi dan faktor risiko yang terkait dengan osteoporosis. Faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, genetika, ketidakseimbangan hormonal, pilihan gaya hidup, dan status gizi memainkan peran penting dalam menentukan kerentanan seseorang terhadap osteoporosis. Dengan mengidentifikasi populasi yang berisiko lebih tinggi, peneliti dapat mengembangkan strategi pencegahan dan program skrining yang ditargetkan untuk mengurangi beban penyakit ini.

Kemajuan dalam teknik pencitraan, seperti dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) dan kuantitatif computerized tomography (QCT), telah merevolusi diagnosis dan pemantauan osteoporosis. Modalitas ini memungkinkan dokter untuk menilai kepadatan mineral tulang dan mendeteksi perubahan kecil pada arsitektur tulang, memfasilitasi intervensi dini dan stratifikasi risiko.

Selain itu, upaya penelitian yang sedang berlangsung berupaya mengungkap kecenderungan genetik terhadap osteoporosis melalui studi asosiasi genom (GWAS) dan analisis ekspresi gen. Dengan mengidentifikasi varian genetik yang terkait dengan kepadatan tulang dan risiko patah tulang, para peneliti bertujuan untuk mengembangkan pendekatan pencegahan dan pengobatan yang disesuaikan dengan profil genetik individu.

Dalam bidang terapi, intervensi farmakologis yang menargetkan jalur metabolisme tulang, seperti bifosfonat, modulator reseptor estrogen selektif

(SERM), dan antibodi monoklonal terhadap sklerostin, telah menunjukkan kemanjuran dalam mengurangi risiko patah tulang dan menjaga massa tulang. Namun, uji klinis yang sedang berlangsung mengeksplorasi agen farmakologis baru dan terapi regeneratif untuk mengatasi keterbatasan pengobatan yang ada dan menawarkan cara baru untuk menangani osteoporosis.

Singkatnya, studi tentang osteoporosis memiliki banyak aspek, mencakup beragam disiplin ilmu dan metodologi penelitian yang bertujuan untuk mengungkap kompleksitasnya dan mengembangkan strategi efektif untuk pencegahan, diagnosis, dan pengobatan. Dengan mengintegrasikan penemuan sains dasar dengan wawasan klinis, para peneliti berupaya meningkatkan hasil bagi individu yang terkena dampak kondisi yang melemahkan ini (Compston, McClung and Leslie, 2019).

Faktor-faktor utama yang memengaruhi osteoporosis meliputi defisiensi nutrisi, gaya hidup tidak aktif, usia lanjut, riwayat keluarga, dan faktor hormonal seperti menopause dini. Nutrisi yang tidak mencukupi, terutama asupan kalsium yang kurang, dan gaya hidup tidak aktif, seperti kurangnya latihan fisik, dapat menyebabkan penurunan kepadatan tulang. Selain itu, faktor risiko seperti usia lanjut dan riwayat keluarga yang positif terkait dengan peningkatan risiko osteoporosis. Penyakit ini juga lebih sering terjadi pada wanita, terutama setelah menopause, karena penurunan kadar estrogen yang mempercepat kerusakan tulang. Dengan memahami faktor-faktor ini, dapat dirancang strategi pencegahan yang efektif untuk mengurangi risiko dan dampak osteoporosis (Chung and Chan, 2022).

6.6 Gangguan Kalsium Lainnya

Studi tentang gangguan kalsium lainnya mencakup serangkaian kondisi selain hipokalsemia dan hiperkalsemia, menyelidiki gangguan yang memengaruhi metabolisme kalsium dan homeostatis. Gangguan tersebut antara lain hipoparatiroidisme, pseudohipoparatiroidisme, dan gangguan terkait keseimbangan kalsium-fosfat.

Hipoparatiroidisme ditandai dengan kurangnya sekresi hormon paratiroid (PTH), yang menyebabkan rendahnya kadar kalsium dalam darah. Pseudohipoparatiroidisme, di sisi lain, melibatkan resistensi terhadap aksi PTH pada jaringan target meskipun kadar hormon normal atau meningkat. Kondisi

ini mengganggu regulasi kalsium, berdampak pada kesehatan tulang dan fungsi neuromuskular.

Gangguan metabolisme kalsium-fosfat juga berkontribusi terhadap patologi terkait kalsium. Ketidakseimbangan kadar kalsium dan fosfat dapat menyebabkan kondisi seperti osteoporosis, osteomalacia, dan osteodistrofi ginjal, yang memengaruhi mineralisasi dan integritas tulang. Selain itu, gangguan keseimbangan kalsium-fosfat dapat menyebabkan kalsifikasi ektopik pada jaringan lunak, yang berkontribusi terhadap komplikasi kardiovaskular dan ginjal.

Penelitian di bidang ini berfokus pada penjelasan mekanisme yang mendasari kelainan ini, termasuk faktor genetik, regulasi hormonal, dan jalur sinyal seluler. Memahami patofisiologi kondisi ini sangat penting untuk mengembangkan terapi dan intervensi yang ditargetkan untuk memulihkan homeostasis kalsium dan mengurangi komplikasi terkait.

Singkatnya, studi tentang kelainan kalsium lainnya tidak hanya mencakup hipokalsemia dan hiperkalsemia, tetapi juga mencakup spektrum kondisi yang memengaruhi metabolisme dan keseimbangan kalsium. Melalui upaya penelitian interdisipliner, para ilmuwan bertujuan untuk mengungkap kompleksitas gangguan ini dan mengembangkan strategi efektif untuk diagnosis, penatalaksanaan, dan pengobatan (Murray and Wolf, 2024).

6.7 Aspek Nutrisi

Kalsium adalah mineral penting yang memainkan peran mendasar dalam berbagai proses fisiologis, dan kesehatan tulang menjadi salah satu fungsi utamanya. Asupan kalsium yang cukup sangat penting untuk menjaga kepadatan, struktur, dan kekuatan tulang yang optimal sepanjang hidup. Tulang bertindak sebagai reservoir kalsium, dengan lebih dari 99% kalsium tubuh disimpan dalam sistem kerangka. Asupan kalsium yang tidak mencukupi dapat menyebabkan penurunan kepadatan mineral tulang, peningkatan risiko patah tulang, dan kondisi seperti osteoporosis.

Selain itu, kalsium terlibat dalam berbagai proses metabolisme selain kesehatan tulang. Ini memainkan peran penting dalam kontraksi otot, fungsi saraf, pembekuan darah, dan sinyal sel [4]. Metabolisme kalsium diatur secara

ketat oleh berbagai hormon, termasuk hormon paratiroid (PTH), kalsitonin, dan vitamin D, untuk menjaga kadar kalsium serum dalam kisaran yang sempit.

Memasukkan makanan kaya kalsium ke dalam makanan, seperti produk susu, sayuran berdaun hijau, tahu, dan makanan yang diperkaya, sangat penting untuk memenuhi kebutuhan kalsium harian. Selain itu, mengoptimalkan bioavailabilitas kalsium melalui faktor-faktor seperti vitamin D, magnesium, dan asupan protein makanan akan meningkatkan penyerapan dan pemanfaatannya dalam tubuh. Singkatnya, asupan kalsium yang cukup sangat penting untuk menjaga kesehatan tulang yang optimal dan mendukung berbagai fungsi fisiologis. Pola makan seimbang yang kaya akan makanan yang mengandung kalsium, serta faktor-faktor yang meningkatkan penyerapan kalsium, sangat penting untuk kesehatan dan kesejahteraan secara keseluruhan (Vannucci et al., 2018).

6.8 Pengobatan dan Manajemen Gangguan Kalsium

Studi tentang kelainan kalsium lainnya melampaui kondisi umum yang diketahui yaitu hipokalsemia dan hiperkalsemia. Gangguan ini mencakup berbagai kondisi yang memengaruhi metabolisme kalsium dan homeostatis, termasuk gangguan yang berhubungan dengan keseimbangan kalsium-fosfat dan regulasi hormonal.

Gangguan seperti hipoparatiroidisme dan pseudohipoparatiroidisme mengganggu regulasi kalsium akibat kelainan fungsi hormon paratiroid (PTH). Kondisi ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan kadar kalsium, sehingga memengaruhi kesehatan tulang dan fungsi neuromuskular. Selain itu, ketidakseimbangan kadar kalsium dan fosfat berkontribusi terhadap kondisi seperti osteoporosis, osteomalacia, dan osteodistrofi ginjal. Kalsifikasi ektopik pada jaringan lunak juga dapat terjadi karena gangguan keseimbangan kalsium-fosfat, sehingga menyebabkan komplikasi pada kesehatan kardiovaskular dan ginjal.

Penelitian di bidang ini berfokus pada penjelasan mekanisme yang mendasari kelainan ini, termasuk faktor genetik, regulasi hormonal, dan jalur sinyal

seluler. Memahami patofisiologi kondisi ini sangat penting untuk mengembangkan terapi dan intervensi yang ditargetkan untuk memulihkan homeostasis kalsium dan mengurangi komplikasi terkait. Singkatnya, studi tentang kelainan kalsium lainnya mencakup beragam kondisi yang memengaruhi metabolisme dan keseimbangan kalsium. Melalui upaya penelitian interdisipliner, para ilmuwan bertujuan untuk mengungkap kompleksitas gangguan ini dan mengembangkan strategi efektif untuk diagnosis, penatalaksanaan, dan pengobatan.

6.9 Pengobatan Gangguan Metabolik Tulang

Gangguan tulang metabolik memerlukan pendekatan pengobatan yang beragam, mencakup modifikasi gaya hidup, farmakoterapi, dan intervensi bedah jika diperlukan. Penatalaksanaan farmakologis merupakan landasan dalam mengendalikan gangguan ini, dengan obat-obatan dikategorikan menjadi agen antiresorptif dan anabolik. Obat antiresorptif seperti bifosfonat, denosumab, dan kalsitonin menghambat resorpsi tulang, sehingga menjaga kepadatan tulang dan mengurangi risiko patah tulang. Sebaliknya, agen anabolik seperti teriparatide dan abaloparatide merangsang pembentukan tulang, meningkatkan kekuatan dan integritas tulang (Natesan and Kim, 2022).

Selain farmakoterapi, modifikasi gaya hidup memainkan peran penting dalam menangani gangguan metabolisme tulang. Asupan kalsium dan vitamin D yang cukup melalui makanan atau suplemen sangat penting untuk menjaga kesehatan tulang. Olahraga menahan beban secara teratur membantu memperkuat tulang dan meningkatkan kesehatan muskuloskeletal secara keseluruhan. Selain itu, mengoptimalkan faktor gaya hidup seperti berhenti merokok dan mengurangi asupan alkohol dapat berdampak positif pada metabolisme tulang dan mengurangi risiko patah tulang.

Untuk kasus yang parah atau ketika tindakan konservatif gagal, intervensi bedah mungkin diperlukan. Prosedur seperti operasi penggantian sendi untuk nekrosis avaskular pada pasien dengan osteonekrosis atau operasi korektif untuk kelainan tulang pada penyakit Paget dapat meningkatkan hasil fungsional dan kualitas hidup. Namun, pilihan modalitas pengobatan

bergantung pada berbagai faktor termasuk tingkat keparahan penyakit, preferensi pasien, dan penyakit penyerta, sehingga menyoroti pentingnya perawatan individual dalam menangani kelainan tulang metabolik.

Daftar Pustaka

- Abbas, Q., Arbab, S. and Humayun, K.N. (2018) 'Spectrum of complications of severe DKA in children in pediatric Intensive Care Unit'.
- Abdullatif, H.D. and Ashraf, A.P. (2006) 'Reversible subclinical hypothyroidism in the presence of adrenal insufficiency', *Endocrine Practice: Official Journal of the American College of Endocrinology and the American Association of Clinical Endocrinologists*, 12(5), p. 572. Available at: <https://doi.org/10.4158/EP.12.5.572>.
- Abul K Abbas. Maitra. (2005). *The endocrine system: Pathologic basis of disease*. (7th ed.). Elsevier Saunders.
- Adebayo Adeyinka, N.P.K. (2024) *Hyperosmolar Hyperglycemic Syndrome*, reasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Akter, N. (2019) 'Diabetic Peripheral Neuropathy: Epidemiology, Physiopathology, Diagnosis and Treatment', *Delta Medical College Journal*.
- Alberti, K. G. M. M., Robert H. Eckel, Scott M. Grundy, Paul Z. Zimmet, James I. Cleeman, Karen A. Donato, Jean Charles Fruchart, W. Philip T. James, Catherine M. Loria, and Sidney C. Smith. (2009). 'Harmonizing the Metabolic Syndrome: A Joint Interim Statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; And International Association for the Study of Obesity'. *Circulation* 120(16).
- American Association of Clinical Endocrinologists. (2020). Guidelines for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1530891X20428277>

- Anon. (2022). 'Introduction: Standards of Medical Care in Diabetes—2022'. *Diabetes Care* 45.
- Arvind Kumar, Ruby Gangwar, Abrar Ahmad Zargar, R.K. and A.S. (2024) 'Prevalence of Diabetes in India: A Review of IDF Diabetes Atlas 10th Edition', *Current Diabetes Reviews*.
- Azziz, R. et al. (2006) 'Positions statement: criteria for defining polycystic ovary syndrome as a predominantly hyperandrogenic syndrome: an Androgen Excess Society guideline', *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 91(11), pp. 4237–4245. Available at: <https://doi.org/10.1210/jc.2006-0178>.
- Bartoszynski, T. and Shelah, S. (2018) A note on small sets of reals, *Comptes Rendus Mathematique*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.crma.2018.11.003>.
- Battista, C. et al. (2017) 'Vitamin D status in primary hyperparathyroidism: effect of genetic background', *Endocrine*, 55. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12020-016-0974-x>.
- Belin, R.M. et al. (2004) 'Smoke exposure is associated with a lower prevalence of serum thyroid autoantibodies and thyrotropin concentration elevation and a higher prevalence of mild thyrotropin concentration suppression in the third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III)', *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(12), pp. 6077–6086. Available at: <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0431>.
- Ben-Shlomo, A., Fleseriu, M., (2017). Latest Innovations in Biochemical and Imaging Diagnostics in Endocrinology. *Endocrinol Metab Clin North Am* 46, xiii–xv. <https://doi.org/10.1016/J.ECL.2017.06.002>
- Better Healt Channel (2013) Parathyroid glands - Better Health Channel. Available at: <https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/conditionsandtreatments/parathyroid-glands> (Accessed: 1 May 2024).
- Bilezikian, J.P. and Silverberg, S.J. (2010) 'Normocalcemic primary hyperparathyroidism', *Arquivos Brasileiros De Endocrinologia E Metabologia*, 54(2), pp. 106–109. Available at: <https://doi.org/10.1590/s0004-27302010000200004>.

- Black dan Hawks. (2014). *Keperawatan Medikal Bedah*. Buku 2. Edisi 8. Singapore: Elsevier
- Black, J. M. and Hawks, J. (2014) *Keperawatan Medikal Bedah Manajemen Klinis Untuk Hasil yang Diharapkan*. 8th edn. Singapore: Elsevier Ltd.
- Boscaro, Marco, and Giorgio Arnaldi. (2009). 'Approach to the Patient with Possible Cushing's Syndrome'. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 94(9). doi: 10.1210/jc.2009-0612.
- Bove-Fenderson, E. and Mannstadt, M. (2018) 'Hypocalcemic disorders', *Best Practice and Research: Clinical Endocrinology and Metabolism*, 32(5), pp. 639–656. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.beem.2018.05.006>.
- Bril, V. et al. (2018) 'Neuropathy', *Canadian Journal of Diabetes*.
- Brunner & Suddarth. (2014). *Keperawatan Medikal Bedah*. Edisi 12. EGC: Jakarta
- Buchfelder, M., Guaraldi, F. (Eds.), (2016). *Imaging in Endocrine Disorders*. S. Karger AG. <https://doi.org/10.1159/isbn.978-3-318-02738-9>
- Buttolph, A., & Sapra, A. (2023) *Gangrene*.
- Campbell, M. and Jialal, I. (2022) 'Physiology, Endocrine Hormones', in *StatPearls* [Internet]. StatPearls Publishing. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538498/> (Accessed: 8 October 2023).
- Canaris, G.J. et al. (2000) 'The Colorado thyroid disease prevalence study', *Archives of Internal Medicine*, 160(4), pp. 526–534. Available at: <https://doi.org/10.1001/archinte.160.4.526>.
- Carey, F.A., Giuliano, R.M., Allison, N.T., Tuttle, S.L.B., (2020). *Organic Chemistry*. McGraw-Hill Education, New York.
- Carlé, A. et al. (2014) 'Hypothyroid symptoms and the likelihood of overt thyroid failure: a population-based case-control study', *European Journal of Endocrinology*, 171(5), pp. 593–602. Available at: <https://doi.org/10.1530/EJE-14-0481>.
- Carton, J., Daly, R. and Ramani, P. (2007) *Clinical Pathology*. Oxford University Press.

- Carvalho, L.M.L. et al. (2018) 'Polycystic Ovary Syndrome as a systemic disease with multiple molecular pathways: a narrative review', *Endocrine Regulations*, 52(4), pp. 208–221. Available at: <https://doi.org/10.2478/enr-2018-0026>.
- Chaker, L. et al. (2017) 'Hypothyroidism', *The Lancet*, 390(10101), pp. 1550–1562. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30703-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30703-1).
- Chaker, L. et al. (2022) 'Hypothyroidism', *Nature Reviews Disease Primers*, 8(1), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41572-022-00357-7>.
- Chandler, D.W., Chia, D.J., Nakamoto, J., Chun, K.Y., Pepkowitz, S.H., Rapaport, R., (2014). CHAPTER 4 - Laboratory methods in pediatric endocrinology, in: Sperling, M.A. (Ed.), *Pediatric Endocrinology* (Fourth Edition). W.B. Saunders, pp. 90-106.e1. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-4858-7.00013-5>
- Chang, M.C. and Yang, S. (2023) 'Diabetic peripheral neuropathy essentials: a narrative review', *Annals of Palliative Medicine*.
- Chen, G. et al. (2015) 'Is Normocalcemic Primary Hyperparathyroidism Harmful or Harmless?', *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 100(6), pp. 2420–2424. Available at: <https://doi.org/10.1210/jc.2014-4432>.
- Chung, P.C. and Chan, T.C. (2022) 'Environmental and personal factors for osteoporosis or osteopenia from a large health check-up database: a retrospective cohort study in Taiwan', *BMC Public Health*, 22(1), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13938-8>.
- Clarke, W., Sokoll, L.J., Rai, A.J., (2020). Chapter 12 - Immunoassays, in: Clarke, W., Marzinke, M.A. (Eds.), *Contemporary Practice in Clinical Chemistry* (Fourth Edition). Academic Press, pp. 201–214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815499-1.00012-0>
- Clemens, P.C. and Neumann, R.S. (1989) 'The Wolff-Chaikoff effect: hypothyroidism due to iodine application', *Archives of Dermatology*, 125(5), p. 705.
- Compston, J.E., McClung, M.R. and Leslie, W.D. (2019) 'Osteoporosis', *The Lancet*, 393(10169), pp. 364–376. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32112-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32112-3).

- Cormick, G. and Belizán, J.M. (2019) 'Calcium intake and health', *Nutrients*, 11(7), pp. 1–16. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu11071606>.
- Cusano, N.E., Silverberg, S.J. and Bilezikian, J.P. (2013) 'Normocalcemic primary hyperparathyroidism', *Journal of Clinical Densitometry: The Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*, 16(1), pp. 33–39. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2012.12.001>.
- D'Aurizio, F., Cantù, M., (2018). Clinical endocrinology and hormones quantitation: The increasing role of mass spectrometry. *Minerva Endocrinol* 43, 261–284. <https://doi.org/10.23736/S0391-1977.17.02764-X>
- Davis HA, Spanakis EK, Cryer PE, et al. (2021) Hypoglycemia During Therapy of Diabetes, *Endotext* [Internet].
- Demir, A.D. (2020) 'A review of parathyroid mass and patients with nonspecific complaints', *The Journal of International Medical Research*, 48(1), p. 300060519827169. Available at: <https://doi.org/10.1177/0300060519827169>.
- Devin, J.K. et al. (2020) 'Sitagliptin Decreases Visceral Fat and Blood Glucose in Women With Polycystic Ovarian Syndrome', *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 105(1), pp. 136–151. Available at: <https://doi.org/10.1210/clinem/dgz028>.
- Digiulio dan Jackson. (2014). *Keperawatan Medikal Bedah*. Rapha Publishing: Yogyakarta
- Ding, D.-C. et al. (2018) 'Association between polycystic ovarian syndrome and endometrial, ovarian, and breast cancer: A population-based cohort study in Taiwan', *Medicine*, 97(39), p. e12608. Available at: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000012608>.
- Ehrenkranz, J., (2017). Point-of-Care Endocrine Diagnostics. *Endocrinol Metab Clin North Am* 46, 615–630. <https://doi.org/10.1016/J.ECL.2017.04.010>
- el Demellawy, D. et al. (2018) 'Brief Review on Metabolic Bone Disease', *Academic Forensic Pathology*, 8(3), pp. 611–640. Available at: <https://doi.org/10.1177/1925362118797737>.

- Elfenbein, D.M. et al. (2016) 'Prospective Intervention of a Novel Levothyroxine Dosing Protocol Based on Body Mass Index after Thyroidectomy', *Journal of the American College of Surgeons*, 222(1), pp. 83–88. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2015.10.005>.
- Elsa Yuniarti. (2023). *Buku ajar Endokrinologi*. CV Muharika rumah ilmiah.
- Ettleson, M.D. and Bianco, A.C. (2020) 'Individualized Therapy for Hypothyroidism: Is T4 Enough for Everyone?', *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 105(9), pp. e3090–e3104. Available at: <https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa430>.
- Farquhar, C., Brown, J. and Marjoribanks, J. (2012) 'Laparoscopic drilling by diathermy or laser for ovulation induction in anovulatory polycystic ovary syndrome', *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6), p. CD001122. Available at: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001122.pub4>.
- Fayfman, M., Pasquel, F.J. and Umpierrez, G.E. (2019) 'Management of Hyperglycemic Crises: Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar state'.
- Garber, J.R. et al. (2012) 'Clinical practice guidelines for hypothyroidism in adults: cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists and the American Thyroid Association', *Thyroid: Official Journal of the American Thyroid Association*, 22(12), pp. 1200–1235. Available at: <https://doi.org/10.1089/thy.2012.0205>.
- Garber, Jeffrey R., Rhoda H. Cobin, Hossein Gharib, James V. Hennessey, Irwin Klein, Jeffrey I. Mechanick, Rachel Pessah-Pollack, Peter A. Singer, and Kenneth A. Woerber. (2012). 'Clinical Practice Guidelines for Hypothyroidism in Adults: Cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists and the American Thyroid Association'. *Endocrine Practice* 18(6).
- Garberoglio, S., Testori, O., (2016). Role of Nuclear Medicine in the Diagnosis of Benign Thyroid Diseases, in: Buchfelder, M., Guaraldi, F. (Eds.), *Imaging in Endocrine Disorders*. S. Karger AG, pp. 24–36. <https://doi.org/10.1159/000442275>
- Garmendia Madariaga, A. et al. (2014) 'The incidence and prevalence of thyroid dysfunction in Europe: a meta-analysis', *The Journal of Clinical*

- Endocrinology and Metabolism, 99(3), pp. 923–931. Available at: <https://doi.org/10.1210/jc.2013-2409>.
- Giorgini, F., Di Dalmazi, G., Diciotti, S., (2024). Artificial intelligence in endocrinology: a comprehensive review. *J Endocrinol Invest* 47, 1067–1082. <https://doi.org/10.1007/s40618-023-02235-9>
- Glintborg, D. et al. (2014) ‘Body composition is improved during 12 months’ treatment with metformin alone or combined with oral contraceptives compared with treatment with oral contraceptives in polycystic ovary syndrome’, *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 99(7), pp. 2584–2591. Available at: <https://doi.org/10.1210/jc.2014-1135>.
- Glintborg, D. et al. (2017) ‘Effect of oral contraceptives and/or metformin on GLP-1 secretion and reactive hypoglycaemia in polycystic ovary syndrome’, *Endocrine Connections*, 6(4), pp. 267–277. Available at: <https://doi.org/10.1530/EC-17-0034>.
- Goyal, A. and Ganie, M.A. (2018) ‘Idiopathic Hyperprolactinemia Presenting as Polycystic Ovary Syndrome in Identical Twin Sisters: A Case Report and Literature Review’, *Cureus*, 10(7), p. e3004. Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.3004>.
- Guyton (2012) *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. Revisi. Jakarta: EGC.
- Hage, D.S., (2019). Chapter 8 - Chromatography and electrophoresis, in: Clarke, W., Marzinke, M.A. (Eds.), *Contemporary Practice in Clinical Chemistry* (Fourth Edition). Academic Press, pp. 135–157. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815499-1.00008-9>
- Hall, J. E. (2002) *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Singapore: Elsevier.
- Hallajzadeh, J. et al. (2018) ‘Metabolic syndrome and its components among women with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis’, *Journal of Cardiovascular and Thoracic Research*, 10(2), pp. 56–69. Available at: <https://doi.org/10.15171/jcvtr.2018.10>.
- Hammi, C. and Yeung, B. (2024) ‘Neuropathy’, in *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542220/> (Accessed: 20 April 2024).

- Han, Y., Li, Y. and He, B. (2019) 'GLP-1 receptor agonists versus metformin in PCOS: a systematic review and meta-analysis', *Reproductive Biomedicine Online*, 39(2), pp. 332–342. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2019.04.017>.
- Hannan, F.M., Fairney, A. and Johnston, D.G. (2004) 'Vitamin D deficiency masking primary hyperparathyroidism', *Annals of Clinical Biochemistry*, 41(Pt 5), pp. 405–407. Available at: <https://doi.org/10.1258/0004563041731619>.
- Harding M.M., (2023), *Lewis's Medical-Surgical Nursing ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF CLINICAL PROBLEMS*, Elsevier Inc.
- Henry, D. et al. (2020) 'Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa', *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*.
- Hollowell, J.G. et al. (2002) 'Serum TSH, T(4), and thyroid antibodies in the United States population (1988 to 1994): National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III)', *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 87(2), pp. 489–499. Available at: <https://doi.org/10.1210/jcem.87.2.8182>.
- Htet, T. et al. (2018) 'Informing Translation: The Accuracy of Information on Websites for Lifestyle Management of Polycystic Ovary Syndrome', *Seminars in Reproductive Medicine*, 36(1), pp. 80–85. Available at: <https://doi.org/10.1055/s-0038-1667309>.
- Hurst Marlene. (2016). *Belajar Mudah Keperawatan Medikal Bedah. Volume 2*. EGC: Jakarta
- Hurst, M. (2016) *Keperawatan Medikal Bedah*. Jakarta: EGC.
- IDF. (2019). *IDF Diabetes Atlas 9th Edition 2019*.
- Ilahi, A., Muco, E. and Ilahi, T.B. (2024) 'Anatomy, Head and Neck, Parathyroid', in *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537203/> (Accessed: 1 May 2024).
- International Hypoglycaemia Study Group (2017) 'Glucose concentrations of less than 3.0 mmol / l (54 mg / dl) should be reported in clinical trials : a joint position statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes'.

- International Osteoporosis Foundation. (2024). Osteoporosis. Prevention | International Osteoporosis Foundation
- Jakes, C., (2022). Advanced Analytical Strategies for the Characterisation of Biotherapeutics. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26918.40006>
- Javed, Z. et al. (2019) 'Effects of empagliflozin on metabolic parameters in polycystic ovary syndrome: A randomized controlled study', *Clinical Endocrinology*, 90(6), pp. 805–813. Available at: <https://doi.org/10.1111/cen.13968>.
- Jenna M. Lizzo1, Amandeep Goyal, V.G. (2024) Adult Diabetic Ketoacidosis.
- Jonklaas, J. et al. (2014) 'Guidelines for the treatment of hypothyroidism: prepared by the american thyroid association task force on thyroid hormone replacement', *Thyroid: Official Journal of the American Thyroid Association*, 24(12), pp. 1670–1751. Available at: <https://doi.org/10.1089/thy.2014.0028>.
- Kahn, Steven E., Mark E. Cooper, and Stefano Del Prato. (2014). 'Pathophysiology and Treatment of Type 2 Diabetes: Perspectives on the Past, Present, and Future'. *The Lancet* 383(9922).
- Kanis, J.A., Cooper, C., Rizzoli, R., & Reginster, J.Y. (2019). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis International* (2019) 30:3–44. <https://doi.org/10.1007/s00198-018-4704-5>
- Kasper, D.L. etc., (2015), *Harrison's Principles of Internal Medicine*, The 16th Edition. McGraw-Hill Companies.
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). Pedoman nasional pelayanan kedokteran tata laksana osteoporosis. <https://kemkes.go.id/id /pnpk-2023---tata-laksana-osteoporosis>
- Khoury, T. et al. (2020) 'Thyroid Dysfunction is Prevalent in Autoimmune Hepatitis: A Case Control Study', *The Israel Medical Association journal: IMAJ*, 22(2), pp. 100–103.
- Konstantinov, N.K. et al. (2015) 'Respiratory failure in diabetic ketoacidosis'.
- Lemone, Burke dan Bauldoff.(2012). *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah: Gangguan Visual & Auditori*. EGC: Jakarta

- LeMone, P., Burke, K. M. and Bauldoff, G. (2016) Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah Gangguan Integumen, Gangguan Endokrin, Gangguan Gastrointestinal. 5 Volume 2. Jakarta: EGC.
- Linda S. William & Paula D. Hopper. (2007) Understanding Medical Surgical. Medical Translation step by step: learning by drafting.. 46–92 p.
- Lofrese, J.J., Basit, H. and Lappin, S.L. (2023) ‘Physiology, Parathyroid’, in StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482510/> (Accessed: 1 May 2024).
- Madison, D. (2017) ‘Osteoporosis in Primary Hyperparathyroidism: Considerations for Diagnosis and Treatment’, in, pp. 343–358. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-26794-4_29.
- Madonna, R, Damiana., A. al. (2018) ‘Diabetic macroangiopathy: Pathogenetic insights and novel therapeutic approaches with focus on high glucose-mediated vascular damage’, Vascular Pharmacology.
- Marciniak, A. et al. (2018) ‘[Polycystic ovary syndrome - current state of knowledge]’, Polski Merkuriusz Lekarski: Organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego, 44(264), pp. 296–301.
- Marlene Hurst, M., (2008), HurstReviews Pathophysiology Reviews, The McGraw-Hill Companies
- Martin (2011) Vitamin D and Diabetes | Diabetes Spectrum | American Diabetes Association. Available at: <https://diabetesjournals.org/spectrum/article/24/2/113/32324/Vitamin-D-and-Diabetes> (Accessed: 1 May 2024).
- Mathew Philip, Deepu Thoppil, T.M. (2024) Hypoglycemia (Nursing). StatPearls.
- Mathew, V. et al. (2011) ‘Myxedema Coma: A New Look into an Old Crisis’, Journal of Thyroid Research, 2011, p. e493462. Available at: <https://doi.org/10.4061/2011/493462>.
- Maya, E.T. et al. (2018) ‘Why we need epidemiologic studies of polycystic ovary syndrome in Africa’, International Journal of Gynaecology and Obstetrics: The Official Organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics, 143(2), pp. 251–254. Available at: <https://doi.org/10.1002/ijgo.12642>.

- Mazzuoli, G.F., D'Erasmo, E. and Pisani, D. (1998) 'Primary hyperparathyroidism and osteoporosis', *Aging (Milan, Italy)*, 10(3), pp. 225–231. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF03339656>.
- Merrill, S.J. and Minucci, S.B. (2018) 'Chapter Six - Thyroid Autoimmunity: An Interplay of Factors', in G. Litwack (ed.) *Vitamins and Hormones*. Academic Press (Thyroid Hormone), pp. 129–145. Available at: <https://doi.org/10.1016/bs.vh.2017.07.001>.
- Miller, K. (2022) Hypothyroidism (Underactive Thyroid), WebMD. Available at: <https://www.webmd.com/women/hypothyroidism-underactive-thyroid-symptoms-causes-treatments> (Accessed: 30 April 2024).
- Misso, M.L. et al. (2018) 'Large-Scale Evidence-Based Guideline Development Engaging the International PCOS Community', *Seminars in Reproductive Medicine*, 36(1), pp. 28–34. Available at: <https://doi.org/10.1055/s-0038-1667312>.
- Monchik, J.M. and Gorgun, E. (2004) 'Normocalcemic hyperparathyroidism in patients with osteoporosis', *Surgery*, 136(6), pp. 1242–1246. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.surg.2004.06.052>.
- Morrison, S. et al. (2014) 'Exercise improves gait, reaction time and postural stability in older adults with type 2 diabetes and neuropathy', *Journal of Diabetes and its Complications*.
- Mottillo, Salvatore, Kristian B. Filion, Jacques Genest, Lawrence Joseph, Louise Pilote, Paul Poirier, Stphane Rinfret, Ernesto L. Schiffrin, and Mark J. Eisenberg. (2010). 'The Metabolic Syndrome and Cardiovascular Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis'. *Journal of the American College of Cardiology* 56(14). doi: 10.1016/j.jacc.2010.05.034.
- Murphy-Lavoie HM, Ramsey A, Nguyen M, et al. (2023) Diabetic Foot Infections.
- Murray, S.L. and Wolf, M. (2024) 'Calcium and Phosphate Disorders: Core Curriculum 2024', *American Journal of Kidney Diseases*, 83(2), pp. 241–256. Available at: <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2023.04.017>.
- Nakamoto, J., (2021). 4 - Endocrinology Laboratory Testing, in: Sperling, M.A. (Ed.), *Sperling Pediatric Endocrinology (Fifth Edition)*. Elsevier,

- Philadelphia, pp. 86–105. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-62520-3.00004-X>
- Natesan, V. and Kim, S.J. (2022) ‘Metabolic Bone Diseases and New Drug Developments’, *Biomolecules and Therapeutics*, 30(4), pp. 309–319. Available at: <https://doi.org/10.4062/biomolther.2022.007>.
- Ndefo, U.A., Eaton, A. and Green, M.R. (2013) ‘Polycystic Ovary Syndrome’, *Pharmacy and Therapeutics*, 38(6), pp. 336–355.
- Newey, P.J., (2019). Clinical genetic testing in endocrinology: Current concepts and contemporary challenges. *Clin Endocrinol (Oxf)* 91, 587–607. <https://doi.org/10.1111/CEN.14053>
- Niafar, M. et al. (2016) ‘A systematic review of GLP-1 agonists on the metabolic syndrome in women with polycystic ovaries’, *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 293(3), pp. 509–515. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00404-015-3976-7>.
- Nieman, Lynnette K., Beverly M. K. Biller, James W. Findling, M. Hassan Murad, John Newell-Price, Martin O. Savage, and Antoine Tabarin. (2015). ‘Treatment of Cushing’s Syndrome: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline’. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 100(8).
- Ning Siti, M.S. (2021) ‘Faktor-faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian Diabetic Peripheral Neuropathy (DPN) Pada Pasien Diabetes Melitus (DM) Tipe 2’.
- Norman, R.J. and Teede, H.J. (2018) ‘A new evidence-based guideline for assessment and management of polycystic ovary syndrome’, *The Medical Journal of Australia*, 209(7), pp. 299–300. Available at: <https://doi.org/10.5694/mja18.00635>.
- Okosieme, O. et al. (2016) ‘Management of primary hypothyroidism: statement by the British Thyroid Association Executive Committee’, *Clinical Endocrinology*, 84(6), pp. 799–808. Available at: <https://doi.org/10.1111/cen.12824>.
- Okta, P.P. (2020) Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Sindrom Ovarium Polistikistik di RSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2015-2019. diploma. Univeritas Andalas. Available at: <https://scholar.unand.ac.id/62386/> (Accessed: 1 May 2024).

- Oliver TI, M.M. (2023) Diabetic Foot Ulcer.
- Papadakis GZ, Millo C, S.C. (2008) 'Decision Making in Proliferative Diabetic Retinopathy Treatment', Nature.
- Pasquel, F.J. and Umpierrez, G.E. (2014) 'Hyperosmolar Hyperglycemic State : A Historic Review of the Clinical Presentation , Diagnosis , and Treatment'.
- Patil, N., Rehman, A. and Jialal, I. (2024) 'Hypothyroidism', in StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519536/> (Accessed: 30 April 2024).
- Pearce, Elizabeth N. (2012). 'Update in Lipid Alterations in Subclinical Hypothyroidism'. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism 97(2).
- Pivonello, Rosario, Monica De Leo, Alessia Cozzolino, and Annamaria Colao. (2015). 'The Treatment of Cushing's Disease'. Endocrine Reviews 36(4).
- Priestnall, S.L. et al. (2020) 'Pengaruh Pemberian Latihan Ekstimitas Bawah Terhadap Perubahan Nilai ABI pada Pasien DM DI wilayah kerja UPT PKM Bontomangape', Endocrine.
- Puttabyatappa, M. and Padmanabhan, V. (2018) 'Ovarian and Extra-Ovarian Mediators in the Development of Polycystic Ovary Syndrome', Journal of Molecular Endocrinology, 61(4), pp. R161–R184. Available at: <https://doi.org/10.1530/JME-18-0079>.
- Quiroga, B., Arroyo, D. and De Arriba, G. (2015) 'Present and future in the treatment of diabetic Kidney Disease', Journal of Diabetes Research.
- Rasquin, L.I., Anastasopoulou, C. and Mayrin, J.V. (2024) 'Polycystic Ovarian Disease', in StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459251/> (Accessed: 30 April 2024).
- Rawla, P. et al. (2017) 'Euglycemic diabetic ketoacidosis: a diagnostic and therapeutic dilemma'.
- Sagoo, M.K., Gnudi, L. (2020) Diabetic Nephropathy: An Overview. New York: Humana, New York.

- Saini, V. et al. (2012) 'Correlation of creatinine with TSH levels in overt hypothyroidism - a requirement for monitoring of renal function in hypothyroid patients?', *Clinical Biochemistry*, 45(3), pp. 212–214. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2011.10.012>.
- Saklayen, Mohammad G. (2018). 'The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome'. *Current Hypertension Reports* 20(2).
- Samsu, N. (2021) 'Review Article Diabetic Nephropathy: Challenges in Pathogenesis , Diagnosis , and Treatment'.
- Sartika, M. and Armi (2023) 'Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Prevalensi Diabetik Neuropati Perifer (DPN) Pada Pasien Dm Tipe II Di Indonesia', *Jurnal Ilmiah Keperawatan (Scientific Journal of Nursing)*.
- Schreur, V. et al. (2018) 'Risk factors for development and progression of diabetic retinopathy in Dutch patients with type 1 diabetes mellitus', *Acta Ophthalmologica*.
- Schwartz, I.E. et al. (2019) 'Parathyroid Computed Tomography Angiography: Early Experience with a Novel Imaging Technique in Primary Hyperparathyroidism', *Otolaryngology--Head and Neck Surgery: Official Journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 161(2), pp. 251–256. Available at: <https://doi.org/10.1177/0194599819842106>.
- Shaffer KL. (1991) *Medical Surgical Nursing*. Ala Med.;61(5).
- Sherwood, L. (2016). *Fisiologi Manusia: Dari Sel ke Sistem* (8th ed.). Kedokteran EGC.
- Shorakae, S. et al. (2018) 'Inter-related effects of insulin resistance, hyperandrogenism, sympathetic dysfunction and chronic inflammation in PCOS', *Clinical Endocrinology*, 89(5), pp. 628–633. Available at: <https://doi.org/10.1111/cen.13808>.
- Shukla V. Unnati, K.T. (2023) *Diabetic Retinopathy*.
- Silverberg, S.J. et al. (1999) 'The effects of vitamin D insufficiency in patients with primary hyperparathyroidism', *The American Journal of Medicine*, 107(6), pp. 561–567. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0002-9343\(99\)00294-6](https://doi.org/10.1016/s0002-9343(99)00294-6).

- Singh, S. et al. (2023) 'Polycystic Ovary Syndrome: Etiology, Current Management, and Future Therapeutics', *Journal of Clinical Medicine*, 12, p. 1454. Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm12041454>.
- Sipos, J.A., (n.d). Overview of the clinical utility of ultrasonography in thyroid disease - UpToDate, in: Mulder, J.E., Ross, D.R., Connor, R. (Eds.), UpToDate. Wolters Klower.
- Smeltzer & Bare. (2015). Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah. Volume 2. Edisi 8. EGC: Jakarta
- Smeltzer, S.B. (2000) Brunner & Suddarth's Textbook Of Medical-Surgical Nursing. Lippincott. Available at: [//digilib.stikesdhh.ac.id%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D2993](http://digilib.stikesdhh.ac.id%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D2993) (Accessed: 1 May 2024).
- Sofwan, H, A. and Aryenti (2022) Buku Ajar Anatomi Endokrin. Jakarta: Unoiversitas YARSI.
- Sofwan. (2022). Buku ajara anatomi Endokrin . Universitas Yarsi .
- Spinedi, E. and Cardinali, D.P. (2018) 'The Polycystic Ovary Syndrome and the Metabolic Syndrome: A Possible Chronobiotic-Cytoprotective Adjuvant Therapy', *International Journal of Endocrinology*, 2018, p. 1349868. Available at: <https://doi.org/10.1155/2018/1349868>.
- Statements, A.D.A. (2009) 'Hyperglycemic Crises in Adult Patients'.
- Sun, J.K. et al. (2020) 'Rationale and Application of the Protocol S Anti-Vascular Endothelial Growth Factor Algorithm for Proliferative Diabetic Retinopathy'.
- Tarwoto. (2012). Keperawatan Medikal Bedah Gangguan Sistem Endokrin. Tans Info Media: Jakarts
- Tay, C.T. et al. (2018) 'Pharmacological and surgical treatment of nonreproductive outcomes in polycystic ovary syndrome: An overview of systematic reviews', *Clinical Endocrinology*, 89(5), pp. 535–553. Available at: <https://doi.org/10.1111/cen.13753>.
- Taylor, P.N. et al. (2018) 'Global epidemiology of hyperthyroidism and hypothyroidism', *Nature Reviews. Endocrinology*, 14(5), pp. 301–316. Available at: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2018.18>.

- Taylor, S.I., Blau, J.E. and Rother, K.I. (2015) 'SGLT2 inhibitors may predispose to ketoacidosis', *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*.
- Teede, H.J. et al. (2018) 'Recommendations from the international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome', *Fertility and Sterility*, 110(3), pp. 364–379. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2018.05.004>.
- Teumer, A. et al. (2018) 'Genome-wide analyses identify a role for SLC17A4 and AADAT in thyroid hormone regulation', *Nature Communications*, 9(1), p. 4455. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06356-1>.
- Thomas, S.N., (2019). Chapter 10 - Mass spectrometry, in: Clarke, W., Marzinke, M.A. (Eds.), *Contemporary Practice in Clinical Chemistry* (Fourth Edition). Academic Press, pp. 171–185. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815499-1.00010-7>
- Tim Pokja SDKI DPP PPNI. (2017). *Standar Diagnosis Keperawatan Indonesia*. Edisi 1. Jakarta: Dewan Pengurus Pusat PPNI
- Tim Pokja SIKI DPP PPNI. (2018). *Standar Intervensi Keperawatan Indonesia*. Edisi 1. Jakarta: Dewan Pengurus Pusat PPNI
- Tim Pokja SLKI DPP PPNI. (2019). *Standar Luaran Keperawatan Indonesia*. Edisi 1. Jakarta: Dewan Pengurus Pusat PPNI
- Tinawi, M. (2021) 'Disorders of Calcium Metabolism: Hypocalcemia and Hypercalcemia', *Cureus*, 13(1), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.12420>.
- Tonon, C.R. et al. (2022) 'A Review of Current Clinical Concepts in the Pathophysiology, Etiology, Diagnosis, and Management of Hypercalcemia', *Medical Science Monitor*, 28, pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.12659/MSM.935821>.
- Torigian, D.A., Li, G., Alavi, A., (2007). The Role of CT, MR Imaging, and Ultrasonography in Endocrinology. *PET Clin* 2, 395–408. <https://doi.org/10.1016/j.cpet.2008.05.002>
- Trimarchi, F., (2015). Clinical Endocrinology in the near future: A post-modern challenge. *J Endocrinol Invest* 38, 95–99. <https://doi.org/10.1007/S40618-014-0181-7/METRICS>

- Tucci, J.R. (2017) 'Normocalcemic primary hyperparathyroidism associated with progressive cortical bone loss - A case report', *Bone Reports*, 7, pp. 152–155. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2017.10.001>.
- Vanderpump, M.P.J. (2011) 'The epidemiology of thyroid disease', *British Medical Bulletin*, 99, pp. 39–51. Available at: <https://doi.org/10.1093/bmb/ldr030>.
- Vannucci, L. et al. (2018) 'Calcium Intake in bone health: A focus on calcium-rich mineral waters', *Nutrients*, 10(12), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu10121930>.
- Wang, Y. et al. (2022) 'Prevalence of and Risk Factors for Diabetic Retinopathy and Diabetic Macular Edema in Patients with Early- and Late-Onset Diabetes Mellitus', *Ophthalmic Research*.
- Waring, A.C. et al. (2012) 'Longitudinal changes in thyroid function in the oldest old and survival: the cardiovascular health study all-stars study', *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 97(11), pp. 3944–3950. Available at: <https://doi.org/10.1210/jc.2012-2481>.
- Wass, J., Arlt, W., Semple, R. (Eds.), (2022). *Oxford Textbook of Endocrinology and Diabetes 3e*. Oxford University Press Oxford. <https://doi.org/10.1093/med/9780198870197.001.0001>
- Wijaya dan Putri. (2013). *Keperawatan Medikal Bedah 2*. Yogyakarta: Nuha Medika
- Win, M.M.T.M. (2020) 'Hand and foot exercises for diabetic peripheral neuropathy: A randomized controlled trial', *Nursing and Health Sciences*
- Yin, J. et al. (2024) 'A Narrative Review of Diabetic Macroangiopathy: From Molecular Mechanism to Therapeutic Approaches', *Diabetes Therapy*.
- Zeng, L. and Yang, K. (2018) 'Effectiveness of myoinositol for polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis', *Endocrine*, 59(1), pp. 30–38. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12020-017-1442-y>.
- Zheng, Yan, Sylvia H. Ley, and Frank B. Hu. (2018). 'Global Aetiology and Epidemiology of Type 2 Diabetes Mellitus and Its Complications'. *Nature Reviews Endocrinology* 14(2).

Biodata Penulis



Ns. Donny Richard Mataputun, S.Kep., M. Kep.

Lahir di Wooi, Maluku Utara, 24 Desember 1992. Penulis menyelesaikan pendidikan dimulai dari S1 Keperawatan di Universitas Kristen Indonesia Maluku –Ambon tahun (2015), Program Profesi Ners Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indonesia Maju Jakarta (2017), Program Pascasarjana Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Sint Carolus tahun (2020). Saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Sumber Waras Jakarta. Mata kuliah yang

diampuh adalah Kebutuhan Dasar Manusia, Keperawatan Medikal Bedah, Keperawatan Gawat Darurat dan Promosi Kesehatan. Selain itu penulis juga aktif melakukan pengabdian masyarakat dan penelitian di bidang keperawatan dan Kesehatan serta giat menulis buku keperawatan.



Yulian Heiwer Matongka, S.Kep, Ns, M.Kep lahir pada tanggal 3 Juli 1987 di Kolonodale Kabupaten Morowali Utara Provinsi Sulawesi Tengah. Penulis memulai pendidikan DIII Keperawatan pada tahun 2006-2009 di Akademi Keperawatan Bala Keselamatan Palu

Pada tahun 2009-2011 penulis melanjutkan pendidikan sarjana di STIK Indonesia Jaya Palu.

Tahun 2014-2015 penulis melanjutkan pendidikan

Ners di STIK Stella Maris Makasar dan pada tahun 2018-2020 penulis melanjutkan pendidikan Magister Keperawatan di STIK Sint Carolus Jakarta peminatan KMB. Pengalaman bekerja : tahun 2012 sampai sekarang bekerja sebagai Dosen di STIKes Bala Keselamatan Palu. Penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi profesi. Selama ini terlibat aktif sebagai dosen pembimbing mahasiswa, melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

E-mail: matongkayulian@gmail.com



Yanti Anggraini. Lahir di Jakarta, pada tanggal 06 September 1984, anak pertama dari dua bersaudara. Menyelesaikan pendidikan TK Tirta Sari tamat tahun 1990, SD Advent Anggrek tamat tahun 1996, SMP Advent Anggrek tamat tahun 1999, SMA Advent 1 Jakarta tamat tahun 2002, S1 Keperawatan Universitas Advent Indonesia, Bandung tamat tahun 2007, Program Profesi Ners Fakultas Keperawatan Universitas Advent Indonesia, Bandung tamat tahun

2009 dan S2 Keperawatan Medikal Bedah STIK Carolus tahun 2015. Pengalaman dibidang pelayanan keperawatan sebagai perawat pelaksana di RS Advent Bandung tahun 2007-2010. Sejak tahun 2016 hingga saat ini sebagai dosen tetap di Program studi DIII Keperawatan Fakultas Vokasi Universitas Kristen Indonesia. Aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi serta memiliki karya ilmiah berupa hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Book Chapter dan Buku Referensi. Penulis Pernah menerima hibah penelitian dari Kemenristek Dikti untuk dosen pemula. Selama ini terlibat aktif sebagai dosen pembimbing akademik serta sudah menjadi anggota PPNI (Persatuan Perawat Nasional Indonesia).

Email penulis: yanti.anggraini@uki.ac.id



Ns. Mila Sartika, S.Kep., M.Kep., Sp.Kep. MB, Lahir di Desa Babakan Baru, Kab. Rejang Lebong - Bengkulu, Juni 1983. Lulus D-III Keperawatan Akper PHI Jakarta tahun 2004, lulus S1 Keperawatan (S.Kep) tahun 2006, lulus Profesi Ners (Ns) tahun 2007, lulus Magister Keperawatan (M.Kep) di Universitas Muhammadiyah Jakarta tahun 2014, dan lulus Spesialis Keperawatan Medikal Bedah (Sp.Kep.MB) di Universitas Muhammadiyah Jakarta tahun 2022. Saat ini penulis sebagai Dosen Tetap Program Studi Sarjana Keperawatan dan Pendidikan

Profesi Ners di Universitas Medika Suherman. Pengalaman kerja penulis pernah bekerja sebagai Perawat ICU di RS Gading Pluit Kelapa Gading Jakarta Utara, sebagai Dosen di STIKes Citra Delima Bangka Belitung, Dosen di Akper Royhan Jakarta dan Pernah menjadi Dosen di FIKES Universitas Borobudur Jakarta.

Mengampuh mata kuliah Keperawatan Medikal Bedah, Keperawatan Kritis dan Keperawatan Gawat Darurat. Telah menulis 6 buku referensi, Penerbit Kita Menulis. Keseluruhan buku merupakan referensi kuliah Ilmu Keperawatan.

Email : millysrt@gmail.com



Dirga. Lahir di Palu, Sulawesi Tenggara pada 11 Juni 1989. Ia tercatat sebagai lulusan sarjana farmasi pada Universitas Indonesia Timur makasar 2012, profesi apoteker 2013 dan Mendapatkan gelar magister Ilmu Farmasi bidang Farmasi Klinik di Universitas Gadjah Mada 2016. Saat ini penulis bekerja sebagai Dosen Farmasi, Divisi Farmasi Klinik dan Komunitas di Institut Teknologi Sumatera.

Mengampu mata kuliah anatomi fisiologi manusia, Patofisiologi, Farmakologi dasar, Farmakologi dan Toksikologi, Farmakoterapi 1-3, Farmakokinetik, Pelayanan Kefarmasian, Patologi Klinik, undang-

undang dan etika kefarmasian.

Selama ini terlibat aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat di bidang farmasi klinik di beberapa fasilitas kesehatan di wilayah provinsi lampung.

Telah menerbitkan beberapa artikel Ilmiah dengan judul Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Clinical Outcome Nyeri Pada Pasien Diabetes Neuropati, dan mendapatkan hibah simlitabmas pada tahun 2020 untuk penelitian yang berkaitan dengan diabetes melitus tipe 2. Saat ini mendapatkan hibah internal ITERA terkait penelitian multisenter pasien kanker payudara di Provinsi Lampung.

E-mail: dirga@fa.itera.ac.id



Ribka Sabarina Panjaitan lahir di Manado, pada 26 Januari 1994. Ia tercatat sebagai lulusan Magister Keperawatan di Universitas Padjadjaran pada tahun 2022. Sebelumnya mengikuti pendidikan Program S1 Keperawatan UNSRIT di Tomohon dan mengikuti Program Ners di STIKes Immanuel Bandung dan sempat bekerja selama 2 tahun di Santosa Hospital Bandung. Wanita yang kerap disapa Sabrina ini adalah anak dari pasangan Robert Panjaitan (ayah) dan Selfie Sumangando (ibu). Selama ini telah menjadi Dosen Keperawatan

Medikal Bedah (KMB) di STIKes RS Husada Jakarta.

Email : sabrinapanjaitan26@gmail.com



Mukhamad Rajin lahir di Jombang Jawa Timur, pada 18 Agustus 1971. Ia menempuh pendidikan Program Studi Pendidikan Ners Fakultas kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta lulus tahun 2023 dan Magister Kesehatan di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya. Mukhamad Rajin adalah Dosen Tetap prodi keperawatan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum Jombang sejak tahun 1994 sampai sekarang.



Ratna Puspita, M.Si. Saat ini sedang menyelesaikan Program Doktor Ilmu Biomedik, Fakultas Kedokteran di Universitas Indonesia dengan disertasi terkait Stem Cells (sel punca). Ratna menyelesaikan Pendidikan Program S1 di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya dan S2 di Jurusan Biokimia FMIPA Institut Pertanian Bogor. Ratna merupakan dosen tetap Biokimia di Program Studi S1 Pendidikan Kedokteran, Fakultas Kedokteran, UPN

Veteran Jakarta.

Selain sebagai dosen, Ratna juga terlibat aktif sebagai penyelia halal (BNSP certified) di Galdiar Halal Center milik PT. Galiono Digdaya Kawthar. Ratna juga merupakan instruktur pelatihan (BNSP certified) penyelia halal dan auditor halal di LPK Halal Institut. Ratna aktif sebagai Pendamping Proses Produk Halal (PPH) di P3JPH UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat Ratna dapat diakses di laman Google Scholar "Ratna Puspita UPNVJ". E-mail: ratnapuspita@upnvj.ac.id



Lahir di Bukittinggi tanggal 25 Januari 1975 Sumatera Barat. Menyelesaikan Program sarjana keperawatan di Universitas Padjadjaran. Selanjutnya menyelesaikan program Magister Keperawatan di Universitas Indonesia. Saat ini bergabung menjadi dosen di Universitas Pendidikan Indonesia Bandung. Aktif dalam kepenulisan buku dan jurnal nasional juga Internasional Serta terlibat sebagai reviewer di jurnal Nasional dan Internasional.



Novrilia Atika Nabila. Menempuh pendidikan di Program S1 Farmasi dan Profesi Apoteker di Universitas Ahmad Dahlan dan S2 Magister Farmasi Klinik di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta hingga mendapatkan gelar (M.Clin.Pharm). Ia adalah dosen tetap Program Studi Farmasi, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera. Mengampu mata kuliah Anatomi fisiologi manusia, Patofisiologi, Farmakoterapi 1-2-3, Patologi Klinik, Farmakokinetika, dan Pelayanan Kefarmasian.

Selama ini terlibat aktif sebagai APA di Apotek dan juga pemilik apotek mandiri. Telah menulis beberapa buku di bidang kefarmasian dan kesehatan

E-mail: anovrilia@gmail.com , novrilia.nabila@fa.itera.ac.id



Reny Deswita, merupakan dosen tetap pada Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Tangerang. Menyelesaikan Pendidikan Program S1 dan Ners pada Fakultas Ilmu keperawatan Universitas Indonesia serta Program Magister Keperawatan Medikal Bedah pada Universitas yang sama. Bertugas sebagai dosen pengampu dalam bidang keperawatan medikal bedah, dan mata kuliah dasar keperawatan lainnya. Terlibat dalam pembuatan beberapa buku keperawatan. Fokus topik penelitian terkait: insomnia, kualitas tidur dan hemodialisis.

E-mail: rede8605@gmail.com



Rizky Hidayaturohmah . penulis kelahiran Astomulyo, 20 juni 1994 ini memulai karir sebagai dosen sejak tahun 2021. Sebelumnya mengikuti Pendidikan Program S1 Farmasi di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (2012-2016), Profesi Apoteker di Universitas yang sama (2017-2018) dan S2 di Magister farmasi Klinik UGM Yogyakarta (2018-2020). Ia adalah dosen tetap Program Studi

Farmasi, Jurusan Sains, Intitut teknologi Sumatera. Beberapa matakuliah yang diampu oleh penulis adalah patologi klinik sistem endokrin, Farmakoterapi 1,2 dan 3, Farmakologi dan Toksikologi, Immunologi dan Virologi, Patofisiologi dan Anatomi fisiologi manusia. Penulis juga aktif melakukan penelitian dengan fokus asuhan kefarmasian pada geriatri, pasien dengan penyakit kardiovaskular dan psikofarmakologi.

E-mail: rizkyhr42@gmail.com ; rizky.hidayaturahmah@fa.itera.ac.id



Achmad Shidiq saat ini sedang menyelesaikan Program Master of Human Complex Trait Genetics di The University of Edinburgh. Sebelumnya, beliau telah menyelesaikan Program Sarjana dan Profesi Dokter di Universitas Padjadjaran. Achmad Shidiq merupakan peneliti di Pusat Riset Kedokteran Preklinis dan Klinis, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), dengan fokus penelitian pada kedokteran presisi, bioinformatika, dan data omics.

E-mail: achmad.sna@gmail.com

Penyakit Endokrin

Tujuan penulisan buku ini untuk membantu mahasiswa maupun pembaca secara umum dalam memahami konsep Endokrin serta berbagai macam gangguan sistem endokrin. Kehadiran buku ini juga diharapkan dapat menjadi sumber referensi berdasarkan hasil studi pustaka yang mendalam.

Buku ini membahas :

Bab 1 Konsep Dasar dan Pentingnya Sistem Endokrin

Bab 2 Hipotalamus dan Hipofisis

Bab 3 Diabetes Mellitus

Bab 4 Komplikasi Akut dan Kronis Diabetes

Bab 5 Gangguan Tiroid: Hipotiroidisme

Bab 6 Kalsium dan Gangguan Metabolik Tulang

Bab 7 Hiperfungsi Adrenal

Bab 8 Obesitas dan Gangguan Metabolik

Bab 9 Sindrom Cushing dan Penyakit Addison

Bab 10 PCOS (Polycystic Ovarian Syndrome)

Bab 11 Osteoporosis: Hormon dan Kesehatan Tulang

Bab 12 Hiperparatiroidisme dan Pengaturan Kalsium

Bab 13 Pendekatan Laboratorium dan Pencitraan pada Endokrinologi



YAYASAN KITA MENULIS
press@kitamenulis.id
www.kitamenulis.id

ISBN 978-623-113-298-7

