

PENYUNTING

Nurhayu Malik, S.Si., M.Sc

EDITOR

dr. Muhammad Rustam HN, M.Kes,Sp.OT

Indriono Hadi, S.Kep.Ns., M.Kes

Ns. Fitriani, S.Kep., M.Kep



BIOMEDIK DASAR

Ellyani Abadi | Siti Raudah | Nina Indriyani Nasruddin | Muji Rahayu | Herlinda Djohan
Mirnawati Salampe | Besse Hardianti | Manogari Sianturi | Nuralifah | Imma Fatayati
Laode Ardiansyah | Zulkifli | Ari Nuswantoro | Sitti Rahimah | Haryanto
Rantih Fadhlya Adri | Fika Tri Anggraini

BIOMEDIK DASAR

Buku ini terdiri dari 17 BAB yang disusun secara sistematis dan terperinci :

- Bab 1 Konsep Metabolisme Dalam Tubuh Manusia
- Bab 2 Metabolisme Karbohidrat
- Bab 3 Metabolisme Lemak
- Bab 4 Metabolisme Protein
- Bab 5 Metabolisme Mineral dan Air
- Bab 6 Mekanisme Kerja Hormon
- Bab 7 Mekanisme Kerja Enzim
- Bab 8 Konsep Fluida
- Bab 9 Anatomi dan Fisiologi Sistem Pernapasan
- Bab 10 Anatomi dan Fisiologi Sistem Muskuloskeleta
- Bab 11 Anatomi dan Fisiologi Sistem Pencernaan
- Bab 12 Anatomi dan Fisiologi Sistem Kardiovaskuler
- Bab 13 Anatomi dan Fisiologi Sistem Hematologi dan Imunologi
- Bab 14 Anatomi dan Fisiologi Sistem Perkemihan
- Bab 15 Anatomi dan Fisiologi Sistem Endokrin
- Bab 16 Anatomi dan Fisiologi Sistem Reproduksi
- Bab 17 Sistem Syaraf dan Behaviour



☎ 0858 5343 1992
✉ eurekaediaaksara@gmail.com
📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-151-404-2



BIOMEDIK DASAR

Ellyani Abadi, S.KM., M.Kes.

Siti Raudah, S.Si., M.Si.

dr. Nina Indriyani Nasruddin, M.Kes., M.Gizi.

Muji Rahayu, M.Sc.

Herlinda Djohan, SKM, M.Si

apt. Mirnawati Salampe, S.Si., M.Kes.

apt. Besse Hardianti., M.Pharm.Sc., Ph.D

Dr. Manogari Sianturi, S.Si, M.T.

apt. Nuralifah, S.Farm., M.Kes.

Imma Fatayati, S.Fis., M.Biomed.

Laode Ardiansyah, S.Kep. ,M.Sc.

Zulkifli, S.Farm., M.Kes.

Ari Nuswantoro, S.Si., S.ST., M.Imun.

apt. Sitti Rahimah, S. Farm., M.Si.

Haryanto, S.Farm., M.Biomed.

Rantih Fadhlya Adri, S.Si, M.Si.

dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc PhD.



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

BIOMEDIK DASAR

- Penulis** : Ellyani Abadi, S.KM., M.Kes.
Siti Raudah, S.Si., M.Si.
dr. Nina Indriyani Nasruddin, M.Kes., M.Gizi.
Muji Rahayu, M.Sc.
Herlinda Djohan, SKM, M.Si
apt. Mirnawati Salampe, S.Si., M.Kes.
apt. Besse Hardianti., M.Pharm.Sc., Ph.D
Dr. Manogari Sianturi, S.Si, M.T.
apt. Nuralifah, S.Farm., M.Kes.
Imma Fatayati, S.Fis., M.Biomed.
Laode Ardiansyah, S.Kep. ,M.Sc.
Zulkifli, S.Farm., M.Kes.
Ari Nuswantoro, S.Si., S.ST., M.Imun.
apt. Sitti Rahimah, S. Farm., M.Si.
Haryanto, S.Farm., M.Biomed.
Rantih Fadhlya Adri, S.Si, M.Si.
dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc., PhD .
- Editor** : dr. Muhammad Rustam HN, M.Kes., Sp.OT.
Indriono Hadi, S.Kep.Ns., M.Kes.
Ns. Fitriani, S.Kep., M.Kep.
- Penyunting** : Nurhayu Malik, S.Si., M.Sc.
- Desain Sampul** : Ardyan Arya Hayuwaskita
- Tata Letak** : Tukaryanto
- ISBN** : 978-623-151-404-2
- Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, AGUSTUS 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kami hanturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga buku Biomedik Dasar ini telah selesai dan dapat dipergunakan oleh semua kalangan pembaca terutama insan kesehatan.

Buku ini disusun atas kerjasama antar sesama penulis yang berasal dari berbagai perguruan tinggi PTN/PTS di Indonesia dan di susun untuk memberikan pemahaman dan pengetahuan terkait perkembangan Ilmu Biomedik khususnya terkait konsep metabolisme, proses metabolisme senyawa nutrisi dan anatomi serta fisiologi dalam tubuh manusia. Buku ini terdiri dari 17 BAB yang disusun secara sistematis dan terperinci :

Bab 1 Konsep Metabolisme Dalam Tubuh Manusia

Bab 2 Metabolisme Karbohidrat

Bab 3 Metabolisme Lemak

Bab 4 Metabolisme Protein

Bab 5 Metabolisme Mineral dan Air

Bab 6 Mekanisme Kerja Hormon

Bab 7 Mekanisme Kerja Enzim

Bab 8 Konsep Fluida

Bab 9 Anatomi dan Fisiologi Sistem Pernapasan

Bab 10 Anatomi dan Fisiologi Sistem Muskuloskeleta

Bab 11 Anatomi dan Fisiologi Sistem Pencernaan

Bab 12 Anatomi dan Fisiologi Sistem Kardiovaskuler

Bab 13 Anatomi dan Fisiologi Sistem Hematologi dan Imunologi

Bab 14 Anatomi dan Fisiologi Sistem Perkemihan

Bab 15 Anatomi dan Fisiologi Sistem Endokrin

Bab 16 Anatomi dan Fisiologi Sistem Reproduksi

Bab 17 Sistem Syaraf dan Behaviour

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan perbaikan kami harapkan demi kesempurnaan buku ini, Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh tim penulis dan semua pihak yang turut

membantu menyelesaikan buku ini, semoga buku Biomedik Dasar ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan. Selamat membaca

Kendari, 20 Juli 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 KONSEP METABOLISME DALAM TUBUH	
MANUSIA	1
A. Pendahuluan	1
B. Definisi Metabolisme	2
C. Fungsi Metabolisme.....	2
D. Siklus Keseimbangan Metabolisme Makhluk Hidup	3
E. Pembagian Jalur Metabolisme	4
F. Perangkat Metabolisme	7
G. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Metabolisme Tubuh.....	8
DAFTAR PUSTAKA	11
BAB 2 METABOLISME KARBOHIDRAT	12
A. Pendahuluan	12
B. Glikolisis	14
C. Oksidasi Piruvat.....	22
D. Siklus Asam Sitrat.....	24
E. Glikogenesis	29
F. Glukoneogenesis.....	34
DAFTAR PUSTAKA	39
BAB 3 METABOLISME LEMAK	42
A. Pendahuluan	42
B. Lipid dan Lipoprotein	44
C. Pencernaan lemak	48
D. Metabolisme Lipid dan Lipoprotein	51
DAFTAR PUSTAKA	62
BAB 4 METABOLISME PROTEIN	64
A. Pendahuluan	64
B. Metabolisme Asam Amino.....	65
C. Katabolisme Asam Amino - Siklus Urea.....	68
D. Sintesis Protein.....	73
E. Sintesis Asam Amino.....	75
F. Produk Spesifik yang Berasal dari Asam Amino.....	76
DAFTAR PUSTAKA	80

BAB 5	METABOLISME MINERAL DAN AIR	81
	A. Pendahuluan.....	81
	B. Mineral	81
	C. Air	87
	DAFTAR PUSTAKA.....	92
BAB 6	MEKANISME KERJA HORMON.....	93
	A. Hormon dan Mekanisme Aksinya pada Sel	93
	B. Mekanisme Kerja Hormon pada Reseptor Membran Sel	94
	C. Mekanisme Kerja Hormon pada Reseptor Intrasel. ...	100
	DAFTAR PUSTAKA.....	104
BAB 7	MEKANISME KERJA ENZIM	107
	A. Sejarah Singkat Enzim.....	107
	B. Klasifikasi Enzim.....	108
	C. Pengertian Enzim	109
	D. Enzim dan Substrat	110
	E. Penghambatan Enzim	111
	F. Peran dan mekanisme Kerja Enzim	112
	DAFTAR PUSTAKA.....	121
BAB 8	KONSEP FLUIDA.....	124
	A. Pendahuluan.....	124
	B. Sistem Peredaran Darah Pada Tubuh Manusia	127
	C. Sifat Darah.....	136
	D. Efek Fahraeus-Lindqvist.....	139
	E. Sifat Pembuluh Darah.....	139
	F. Teori Aliran Darah Stabil.....	141
	DAFTAR PUSTAKA.....	145
BAB 9	ANATOMIDAN FISILOGI SISTEM PERNAPASAN	146
	A. Pendahuluan.....	146
	B. Anatomi Sistem pernapasan.....	146
	C. Mekanika Pernapasan.....	155
	D. Pertukaran Gas	158
	E. Transpor Gas.....	161
	F. Volume Dan Kapasitas Pernapasan.....	165
	DAFTAR PUSTAKA.....	167

BAB 10 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM	
MUSKULOSKELETA	168
A. Pengertian Muskuloskeletal.....	168
B. Sistem Skeletal.....	168
C. Tulang Rangka	175
D. Sendi.....	181
E. Sistem Muskular	184
DAFTAR PUSTAKA	190
BAB 11 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM	
PENCERNAAN	191
A. Pendahuluan	191
B. Mulut (<i>Oris</i>).....	194
C. Gigi (<i>Dentist</i>).....	195
D. Lidah (<i>Lingua</i>).....	196
E. Kelenjar Ludah (<i>Glandula Saliva</i>)	197
F. Faring (Tenggorokan).....	198
G. Esophagus (Kerongkongan).....	199
H. Lambung (<i>Stomach</i>).....	200
I. Usus Halus (<i>Small Intestine</i>)	204
J. Hati (<i>Hepar</i>)	206
K. Kandung Empedu.....	207
L. Pankreas.....	208
M. Usus Besar (<i>Large Intestine</i>).....	210
DAFTAR PUSTAKA	213
BAB 12 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM	
KARDIOVASKULER	214
A. Pendahuluan	214
B. Anatomi Sistem Kardiovaskular	216
C. Fisiologi Sistem Kardiovaskular	219
D. Pemeriksaan dan Diagnosis Sistem Kardiovaskular .	222
E. Penyakit dan Gangguan Sistem Kardiovaskular	225
F. Tinjauan Terbaru dan Tantangan Masa Depan dalam Kardiovaskular.....	230
DAFTAR PUSTAKA	233

BAB 13 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM

HEMATOLOGI DAN IMUNOLOGI	235
A. Pendahuluan.....	235
B. Fungsi Darah.....	235
C. Komposisi Darah.....	237
D. Produksi Elemen-Elemen Pembentuk Darah	238
E. Anatomi Sistem Limfatik dan Kekebalan Tubuh	242
F. Fungsi Sistem Limfatik	243
G. Struktur Sistem Linfatik.....	244
H. Organisasi Fungsi Kekebalan Tubuh.....	245
I. Organ Limfoid Primer dan Perkembangan Limfosit	246
J. Organ Limfoid Sekunder dan Perannya dalam Respon Imun Aktif.....	247
DAFTAR PUSTAKA.....	251

BAB 14 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM

PERKEMIHAN.....	252
A. Pendahuluan.....	252
B. Fungsi Sistem Perkemihan	252
C. Organ Sistem Perkemihan	254
D. Pembentukan Urine	267
E. Berkemih	269
F. Laju Filtrasi Glomerulus	270
G. Komposisi urine dan urinalisis	274
DAFTAR PUSTAKA.....	276

BAB 15 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM

ENDOKRIN	277
A. Pengantar Endokrinologi.....	277
B. Kelenjar Hipofisis	282
C. Kelenjar Tiroid	284
D. Kelenjar Adrenokortikoid.....	287
E. Kelenjar Pankreas.....	291
F. Hormon Pria (Testosteron) dan Wanita (Estrogen & Progesteron).....	295
DAFTAR PUSTAKA.....	299

BAB 16 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM	
REPRODUKSI	301
A. Anatomi dan Fisiologi Sistem Reproduksi Wanita....	301
B. Anatomi dan Fisiologi Sistem Reproduksi Pria	307
DAFTAR PUSTAKA	311
BAB 17 SISTEM SYARAF DAN BEHAVIOUR	312
A. Pendahuluan	312
B. Definisi dan Peran Penting Sistem Saraf.....	313
C. Pembagian Sistem Saraf dan Fungsi-fungsi Utamanya	315
D. Definisi Behavior (Perilaku).....	316
E. Hubungan Sistem Saraf dan Perilaku	317
F. Struktur Fungsional Otak dan Perilaku.....	318
G. Dasar-dasar Neurobiologi Perilaku.....	323
H. Struktur dan Fungsi Neuron dalam Mengendalikan Perilaku.....	325
I. Proses Transmisi Sinyal Antar Neuron dan Perilaku.....	327
J. Peran Neurotransmitter dalam Perilaku.....	330
K. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku.....	332
L. Peran Sistem Saraf dalam Perilaku Belajar dan Memori.....	333
M. Peran Sistem Saraf dalam Perilaku Emosional.....	334
DAFTAR PUSTAKA	337
TENTANG PENULIS	340



BIOMEDIK DASAR

Ellyani Abadi, S.KM., M.Kes.

Siti Raudah, S.Si., M.Si.

dr. Nina Indriyani Nasruddin, M.Kes., M.Gizi.

Muji Rahayu, M.Sc.

Herlinda Djohan, SKM, M.Si

apt. Mirnawati Salampe, S.Si., M.Kes.

apt. Besse Hardianti., M.Pharm.Sc., Ph.D

Dr. Manogari Sianturi, S.Si, M.T.

apt. Nuralifah, S.Farm., M.Kes.

Imma Fatayati, S.Fis., M.Biomed.

Laode Ardiansyah, S.Kep. ,M.Sc.

Zulkifli, S.Farm., M.Kes.

Ari Nuswantoro, S.Si., S.ST., M.Imun.

apt. Sitti Rahimah, S. Farm., M.Si.

Haryanto, S.Farm., M.Biomed.

Rantih Fadhlya Adri, S.Si, M.Si.

dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc PhD.



BAB

1

KONSEP METABOLISME DALAM TUBUH MANUSIA

Oleh : Ellyani Abadi, SKM., M.Kes

A. Pendahuluan

Pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi dalam tubuh manusia termasuk aktivitas yang dilakukan setiap hari, tidak lepas dari suatu proses kimia. Proses tersebut merupakan proses metabolisme yang terdiri dari serangkaian reaksi kimia yang terjadi pada sel-sel tubuh dan setiap reaksi kimia bekerja secara serentak untuk menjaga sel-sel tetap sehat dan berfungsi yang diselaraskan dengan peranan masing-masing organ tubuh manusia.

Metabolisme yang terjadi didalam tubuh berperan dalam menghasilkan energi, membangun sel, memelihara serta mengatur berbagai reaksi kimia termasuk keseimbangan elektrolit dan sistem kekebalan tubuh manusia. Olehnya itu, tubuh manusia membutuhkan zat gizi, diantaranya protein dan asam amino guna mencegah terjadinya gangguan metabolisme yang berdampak pada timbulnya penyakit. Contohnya seperti vitamin atau enzim yang menghambat reaksi kimia penting pada tubuh akibat menghilangkan reaksi kimia abnormal yang dapat menghambat proses metabolisme tubuh, kekurangan gizi, sampai munculnya penyakit pada organ dalam yang berhubungan dengan metabolisme (pankreas, hati, kelenjar endokrin).

Pemahaman terkait proses metabolisme sangat penting dalam memahami terkait proses kimiawi di dalam tubuh sehingga manusia dapat beraktivitas dan menghasilkan energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Fairuz, A. Z., Afifah, M., Annisa, N., & Sari, T. R. (2022). *Metabolisme Protein Dalam Tubuh Manusia*.
- Mutmainnah, M., Suhartina, S., Angraeni, R., & Mauliah, F. U. (2022). Metabolisme. *Jurnal Kesehatan USIMAR*, 1(2), 68-77.
- Purnamasari, A., ST, S., Musni, S. K. M., Kaswi, N., Al Muzafri, S. T. P., Tenriola, N. A., Rivai, A. T. O., Dewi, R., Khalid, N. F., & Ked, S. (2022). *Fisiologi Manusia dan Zat Gizi*. Cendekia Publisher.
- Syahrizal, D., & Puspita, N. A. (2020). *Metabolisme dan Bioenergetika*. Syiah Kuala University Press.
- Wijayanti, N. (2017). *Fisiologi manusia dan metabolisme zat gizi*. Universitas Brawijaya Press.
- <https://youtu.be/DkH0YY3a3G0>

BAB 2

METABOLISME KARBOHIDRAT

Oleh : Siti Raudah, S.Si., M.Si.

A. Pendahuluan

Karbohidrat ('hidrat dari karbon', hidrat arang) atau sakarida (berasal dari bahasa Yunani σάκχαρον, sákcharon, berarti "gula") merupakan sekelompok besar senyawa organik yang paling banyak di bumi. Karbohidrat memiliki berbagai fungsi dalam tubuh makhluk hidup (Wahyudiati, 2017).

Karbohidrat pada makanan terutama polisakarida yang dicerna oleh berbagai enzim pencernaan. Pati adalah polisakarida yang paling umum dan dimetabolisme menjadi maltosa oleh enzim alfa amilase dalam air liur dan disekresikan oleh pankreas menjadi glukosa oleh maltase di mikrovili duodenum. Laktosa pada produk susu dimetabolisme oleh laktase di vili usus menjadi glukosa dan galaktosa. Sukrosa dimetabolisme di mikrovili usus dalam glukosa dan fruktosa (Kennedy *et al.*, 2019).

1. Karbohidrat bertindak sebagai sumber energi, bahan bakar, dan zat antara metabolisme. Contohnya pati pada tumbuhan dan glikogen pada hewan yang dapat dimobilisasi untuk menghasilkan glukosa, bahan bakar utama untuk pembentukan energi. ATP, sebagai alat tukar energi bebas yang universal merupakan derivat gula terfosforilasi.
2. Gula ribosa dan deoksiribosa pembentuk sebagian kerangka struktur RNA dan DNA. Fleksibilitas cincin kedua gula ini penting pada penyimpanan dan ekspresi informasi genetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandel, N.S. (2021a) 'Carbohydrate metabolism', *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 13(1), pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040568>.
- Chandel, N.S. (2021b) 'Glycolysis', *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 13(5), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1101/CSHPERSPECT.A040535>.
- Chandel, N.S. (2021c) 'Mitochondria', *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 13(3), pp. 1–23. Available at: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040543>.
- Dashty, M. (2013) 'A quick look at biochemistry: Carbohydrate metabolism', *Clinical Biochemistry*, 46(15), pp. 1339–1352. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2013.04.027>.
- Güemes, M., Rahman, S.A. and Hussain, K. (2016) 'What is a normal blood glucose?', *Archives of Disease in Childhood*, 101(6), pp. 569–574. Available at: <https://doi.org/10.1136/archdischild-2015-308336>.
- Hall, J.E. and Hall, M.E. (2021) *Guyton and Hall: Textbook of Medical Physiology*. 14 th, Elsevier. Philadelphia.
- Hill, N.R. *et al.* (2011) 'Normal reference range for mean tissue glucose and glycemic variability derived from continuous glucose monitoring for subjects without diabetes in different ethnic groups', *Diabetes Technology and Therapeutics*, 13(9), pp. 921–928. Available at: <https://doi.org/10.1089/dia.2010.0247>.
- Howarth, C., Gleeson, P. and Attwell, D. (2012) 'Updated energy budgets for neural computation in the neocortex and cerebellum', *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 32(7), pp. 1222–1232. Available at: <https://doi.org/10.1038/jcbfm.2012.35>.
- Ischak, N.I., Salimi, Y.K. and Botutihe, D.N. (2017) *Biokimia Dasar 1*.

Gorontalo: UNG Press.

- Kennedy, M.L. *et al.* (2019) 'Carbohydrate Metabolism in Hypoglycemia', *Intech*, 11(tourism), p. 13. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.88362>
- Lindshield, B. (2018) *Kansas state university: human nutrition*. LibreTexts.
- Marks, D.B., Marks, A.D. and Smith, C.M. (2000) *Biokimia Kedokteran Dasar : Sebuah Pendekatan Klinis*. I. Jakarta: EGC.
- Mergenthaler, P. *et al.* (2013) 'Sugar for the brain: The role of glucose in physiological and pathological brain function', *Trends in Neurosciences*, 36(10), pp. 587–597. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tins.2013.07.001>.
- Murray, R.K. *et al.* (2003) *Harpers's Illustrated Biochemistry*. 26 th, McGraw-Hill. Available at: https://doi.org/10.5005/jp/books/13014_10.
- Murray, R.K. *et al.* (2009) *Harpers's Illustrated Biochemistry*. 28 th, *Biochemical Education*. United State: The Mc Graw Hill. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0307-4412\(97\)80776-5](https://doi.org/10.1016/s0307-4412(97)80776-5).
- Rich, L. and Brown, A.M. (2017) 'Glycogen: Multiple Roles in the CNS', *Neuroscientist*, 23(4), pp. 356–363. Available at: <https://doi.org/10.1177/1073858416672622>.
- Röder, P. V. *et al.* (2016) 'Pancreatic regulation of glucose homeostasis', *Experimental & molecular medicine*, 48, p. e219. Available at: <https://doi.org/10.1038/emm.2016.6>.
- Rodwell, V.W. *et al.* (2015) *Harper's Illustrated Biochemistry*. 30 th, *Biochemical Education*. United State: The Mc Graw Hill.
- Sanjana, M.C. (2019) 'Carbohydrate Metabolism-A Constant Supply Of Energy', *EPRA International Journal Of Research And Development*,. Available at: www.eprajournals.com.

Wahjuni, S. (2013) *Metabolisme Biokimia, Udayana University Press.*
Denpasar.

Wahyudiati, D. (2017) *Biokimia, LEPPIM.* Mataram.

BAB 3

METABOLISME LEMAK

Oleh : dr. Nina Indriyani Nasruddin, M.Kes.,
M.Gizi.

A. Pendahuluan

Manusia memiliki kebutuhan energi dasar yang harus dipenuhi untuk menjalankan fungsi tubuh yang optimal dan bertahan hidup. Sumber utama energi dalam tubuh manusia berasal dari makanan yang dikonsumsi. Lemak merupakan sumber energi dengan kandungan kalori tertinggi per gram dibandingkan dengan sumber energi lain seperti karbohidrat dan protein (Cox, 2017; Rolfes et al., 2009). Agar dapat digunakan sebagai sumber energi, makanan tersebut akan mengalami proses metabolisme terlebih dahulu. Proses metabolisme merupakan serangkaian proses biokimia yang terjadi dalam tubuh manusia untuk mengubah zat-zat yang diperlukan menjadi energi atau bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, pemeliharaan, dan fungsi normal organisme (Berg et al., 2015; Robert K. Murray et al., 2017).

Proses metabolisme melibatkan dua aspek utama, yaitu proses penguraian zat-zat kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana, dengan tujuan utama menghasilkan energi (disebut sebagai reaksi katabolisme) dan proses pembentukan zat-zat kompleks dari zat-zat yang lebih sederhana, dengan menggunakan energi yang dihasilkan dari katabolisme (disebut sebagai reaksi anabolisme). Pada proses katabolisme, molekul-molekul seperti karbohidrat, lemak, dan protein dipecah menjadi senyawa-senyawa yang lebih kecil, seperti glukosa, asam lemak, dan asam amino. Energi yang dihasilkan dari

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Shah, P., Ahmed, O., 2021. *Biochemistry, Lipids*, in: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
- Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Gatto, G.J., 2015. *Biochemistry*, 8th ed. NY: W.H. Freeman and Company, New York.
- Cox, M.M., 2017. *Lehninger Principles of Biochemistry*, 7th ed. NY: W.H. Freeman and Company, New York.
- Cox, R.A., García-Palmieri, M.R., 1990. Cholesterol, Triglycerides, and Associated Lipoproteins, in: Walker, H.K., Hall, W.D., Hurst, J.W. (Eds.), *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. Butterworths, Boston.
- Guyton, A.C., Hall, J.E., 2014. *Textbook of medical physiology*. Elsevier Health Sciences.
- Harvey, R.A., Ferrier, D.R., 2011. *Lippincott's Illustrated Reviews, Biochemistry* 5th edition. Lippincott William & Wilkins, Philadelphia.
- Kronenberg, F., 2018. HDL in CKD-The Devil Is in the Detail. *J Am Soc Nephrol* 29, 1356-1371. <https://doi.org/10.1681/asn.2017070798>
- Lieberman, M., Marks, A.D., 2013. *Marks' Basic Medical Biochemistry A Clinical Approach*, 4th ed. Lippincott William & Wilkins, Philadelphia.
- Robert K. Murray, Daryl K. Granner, Victor W. Rodwell, 2017. *Biokimia Harper*, 30th ed. Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Rolfes, S.R., Pinna, K., Whitney, E., 2009. *Understanding Normal and Clinical Nutrition*, 8th ed. Yolanda Cossio.
- Silverthorn, D.U., 2013. *The Digestive System*, in: *Human Physiology An Integrated Approach*. Pearson, pp. 686-721.
- Tortora, G.J., Derrickson, B.H., 2017. *Principles of Anatomy and Physiology*, 15th ed. NJ: John Wiley & Sons, Inc, Hoboken.

Wahjuni, S., 2013. *Metabolisme Biokimia*. Udayana University Press, Denpasar.

WF Ganong, 2012. *Ganong's medical physiology*, 24th ed. EGC, Jakarta.

BAB

4

METABOLISME PROTEIN

Oleh : Muji Rahayu, M.Sc., Apt.

A. Pendahuluan

Protein adalah makro-molekul yang terdiri dari asam amino (AA) yang penting untuk berbagai aktivitas seluler. Seseorang dengan berat badan 70 kg mengandung sekitar 10 kg protein, yang sebagian besar terletak di otot. Oleh karena itu, keseimbangan nitrogen organisme terutama ditentukan oleh metabolisme protein (Koolman and Roehm, 2005).

Pada orang sehat, sintesis dan degradasi protein dijaga seimbang. Metabolisme protein adalah proses kompleks di mana tubuh memecah, mensintesis, dan menggunakan protein sebagai sumber energi dan blok bangunan untuk berbagai fungsi jaringan. Protein adalah makronutrien esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan, pemeliharaan, dan perbaikan jaringan tubuh, serta untuk mesintesis enzim, hormon, dan antibodi yang berperan penting dalam fungsi kekebalan dan proses metabolisme.

Selama metabolisme protein, protein dipecah menjadi asam amino individu melalui proses hidrolisis, yang terjadi di lambung, pankreas, dan usus halus. Setelah protein dipecah, asam amino diangkut ke hati, di mana mereka menjalani proses lebih lanjut. Hati membantu mengatur metabolisme protein dengan mengendalikan produksi protein dan memodulasi pemecahan asam amino.

Asam amino kemudian dapat digunakan untuk membangun protein baru, memperbaiki jaringan yang rusak,

DAFTAR PUSTAKA

- Koolman, J. and Roehm, K.-H. (2005) Color Atlas of Biochemistry. 2nd edn. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag. Available at: <http://www.thieme.com>.
- Limón, I. D., Angulo-cruz, I. and Sánchez-abdon, L. (2021) 'Disturbance of the Glutamate-Glutamine Cycle , Secondary to Hepatic Damage , Compromises Memory Function', 15(January), pp. 1-16. doi: 10.3389/fnins.2021.578922.
- Murray, R. K. et al. (2003) Harper ' s Illustrated Biochemistry. 26th edn. Toronto: Lange Medical Books/McGraw - Hill Co.
- Nelson, D. L. and Cox, M. M. (2004) Lehninger Principles of Biochemistry. 4th edn, www.whfreeman.com/lehninger4e. 4th edn. doi: 10.1007/s11655-011-0820-1.
- Pasini, E. et al. (2018) 'Protein-amino acid metabolism disarrangements: The hidden enemy of chronic age-related conditions', Nutrients, 10(4), pp. 1-11. doi: 10.3390/nu10040391.

BAB

5

METABOLISME MINERAL DAN AIR

Oleh : Herlinda Djohan, S.K.M., M.Si.

A. Pendahuluan

Metabolisme dapat didefinisikan sebagai jumlah total reaksi biokimia dalam organisme biologis yang mempertahankan operasi sel yang baik. Selain itu juga menyediakan energi yang diperlukan untuk proses biologi seperti pertumbuhan reproduksi dan pemeliharaan struktur organisme. Proses metabolisme membantu organisme bereaksi terhadap lingkungan sekitarnya, dan energi yang berasal dari metabolisme mengatur pencernaan dan pengangkutan molekul dari sel ke sel. (Zumdahl, S. S. 2023).

B. Mineral

Dalam bidang biokimia atau ilmu-ilmu lanjutannya, semua unsur kimia yang terdapat dalam jaringan hidup kecuali karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen disebut sebagai mineral. (Cendel, J)

Ketika komponen organik terdegradasi, seperti ketika bahan biologis dibakar, karbon menjadi gas karbon dioksida (CO₂), hidrogen menjadi uap air, dan nitrogen menjadi uap nitrogen (N₂). Di mana ada kombinasi logam dengan nonlogam atau interaksi dengan oksigen untuk menghasilkan garam organik, sebagian besar mineral akan tetap berada di abu sebagai senyawa organik sederhana. Akibatnya, mineral sering disebut sebagai bahan abu atau bahan anorganik.

DAFTAR PUSTAKA

- Blandizzi, C. and Scarpignato, C. (2014) *Gastrointestinal drugs*. 1st edn, *Side Effects of Drugs Annual*. 1st edn. Elsevier B.V. doi: 10.1016/B978-0-444-62635-6.00036-X.
- Boone, M. and Deen, P. M. T. (2008) 'Physiology and pathophysiology of the vasopressin-regulated renal water reabsorption', *Pflugers Archiv European Journal of Physiology*, 456(6), pp. 1005–1024. doi: 10.1007/s00424-008-0498-1.
- Cendel, J. (no date) 'PATHOPHYSIOLOGY OF WATER AND MINERAL METABOLISM', pp. 1–18.
- Kavouras, S. A. and Anastasiou, C. A. (2010) 'Water physiology: Essentiality, metabolism, and health implications', *Nutrition Today*, 45(6 SUPPL.), pp. 27–32. doi: 10.1097/NT.0b013e3181fe1713.
- Nishinaka, D., Kishino, F. and Matsuura, A. (2004) 'Water and electrolyte absorption from hypotonic oral rehydration solution in rat small intestine and colon', *Pediatrics International*, 46(3), pp. 315–321. doi: 10.1111/j.1442-200x.2004.01887.x.
- Ott, S. M. and Elder, G. (2013) *Osteoporosis Associated with Chronic Kidney Disease*. Fourth Edition, *Osteoporosis: Fourth Edition*. Fourth Edition. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-415853-5.00058-3.
- Sanders, L. R. (2009) *Water Metabolism*. 5th edn, *Endocrine Secrets*, Fifth Edition. 5th edn. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-323-05885-8.00024-6.
- Weitzman, R. E. and Kleeman, C. R. (1980) 'The clinical physiology of water metabolism. Part III: The water depletion (hyperosmolar) and water excess (hyposmolar) syndromes.', *Western Journal of Medicine*, 132(1), pp. 16–38. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6246683>.
- Zumdahl, S. S. (2023) *Water*, *Encyclopedia Britannica*. Available at: <https://www.britannica.com/science/water>.

BAB

6

MEKANISME KERJA HORMON

Oleh : apt. Mirnawati Salampe, S.Si., M.Kes.

A. Hormon dan Mekanisme Aksinya pada Sel

Hormon adalah pembawa pesan kimia atau *messenger* yang di produksi oleh sejumlah kelenjar dan jaringan di dalam tubuh. Hormon memiliki peran penting dalam mengatur berbagai macam proses fisiologi and menjaga keseluruhan homeostasis. Mekanisme aksi hormon dapat bervariasi tergantung pada hormon dan target jaringan atau sel. Hormon bekerja dengan berikatan pada reseptor spesifik sel target. Reseptor-reseptor tersebut merupakan protein yang terekspresi di membran sel atau di dalam sel. Ketika sebuah hormon berikatan dengan reseptor, hal tersebut akan memicu serangkaian proses intraseluler yang akhirnya menghasilkan respon spesifik sel (Combarnous and Diep Nguyen, 2019) . Ada dua tipe reseptor, yaitu:

1. Reseptor Permukaan Sel atau Membran Sel

Contoh hormon yang memiliki target pada reseptor permukaan, diantaranya hormon peptida (insulin, hormon pertumbuhan, glukagon, oksitosin, dan antidiuretik hormon); katekolamin (epinefrin, dan norepinefrin); hormon paratiroid; prostaglandin; dan *Insulin-like Growth Factors*. Ikatan hormon-reseptor akan mengaktifasi jalur signal yang melibatkan *second messengers*, misalnya *cyclic adenosine monophosphate* (cAMP) atau ion kalsium yang selanjutnya menghasilkan sejumlah respon seluler (Yip, 1988).

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B. et al. (2002) 'Signaling through Enzyme-Linked Cell-Surface Receptors', in *Molecular Biology of the Cell*. 4th edition.
- Arneth, B., Arneth, R. and Shams, M. (2019) 'Metabolomics of type 1 and type 2 diabetes', *International Journal of Molecular Sciences*, 20(10), pp. 1-14. doi: 10.3390/ijms20102467.
- Chiamolera, M. I. and Wondisford, F. E. (2009) 'Thyrotropin-Releasing Hormone and the Thyroid Hormone Feedback Mechanism', *Endocrinology*, 150(3), pp. 1091-1096. doi: 10.1210/en.2008-1795.
- Combarous, Y. and Diep Nguyen, T. M. (2019) 'Comparative overview of the mechanisms of action of hormones and endocrine disruptor compounds', *Toxics*, 7(1), pp. 1-11. doi: 10.3390/toxics7010005.
- Eric, J. M. and Sarah, L. L. (2022) *Physiology, Cellular Receptor*. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554403/>.
- Flanagan, C. A. and Manilall, A. (2017) 'Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) receptor structure and GnRH binding', *Frontiers in Endocrinology*, 8(OCT), pp. 1-14. doi: 10.3389/fendo.2017.00274.
- Griekspoor, A. et al. (2007) 'Visualizing the action of steroid hormone receptors in living cells.', *Nuclear receptor signaling*. United States, 5, p. e003. doi: 10.1621/nrs.05003.
- Guo, B. et al. (2017) 'Glucocorticoid hormone-induced chromatin remodeling enhances human hematopoietic stem cell homing and engraftment.', *Nature medicine*. United States, 23(4), pp. 424-428. doi: 10.1038/nm.4298.
- Holmes, C. L., Landry, D. W. and Granton, J. T. (2003) 'Science review: Vasopressin and the cardiovascular system part 1--receptor physiology.', *Critical care (London, England)*.

- England, 7(6), pp. 427–434. doi: 10.1186/cc2337.
- Huang, P., Chandra, V. and Rastinejad, F. (2014) 'Retinoic acid actions through mammalian nuclear receptors.', *Chemical reviews*. United States, 114(1), pp. 233–254. doi: 10.1021/cr400161b.
- Janah, L. et al. (2019) 'Glucagon Receptor Signaling and Glucagon Resistance.', *International journal of molecular sciences*. Switzerland, 20(13). doi: 10.3390/ijms20133314.
- Kavran, J. M. et al. (2014) 'How IGF-1 activates its receptor', *eLife*. Edited by J. Kuriyan. eLife Sciences Publications, Ltd, 3, p. e03772. doi: 10.7554/eLife.03772.
- Kim, H. Y. and Mohan, S. (2013) 'Role and Mechanisms of Actions of Thyroid Hormone on the Skeletal Development', *Bone Research*. Sichuan University, 1, pp. 146–161. doi: 10.4248/BR201302004.
- Kongsbak, M. et al. (2013) 'The vitamin D receptor and T cell function', *Frontiers in Immunology*, 4(JUN), pp. 1–10. doi: 10.3389/fimmu.2013.00148.
- Lange, C. A. (2004) 'Making sense of cross-talk between steroid hormone receptors and intracellular signaling pathways: who will have the last word?', *Molecular endocrinology* (Baltimore, Md.). United States, 18(2), pp. 269–278. doi: 10.1210/me.2003-0331.
- Ortiga-Carvalho, T. M., Sidhaye, A. R. and Wondisford, F. E. (2014) 'Thyroid hormone receptors and resistance to thyroid hormone disorders.', *Nature reviews. Endocrinology*. England, 10(10), pp. 582–591. doi: 10.1038/nrendo.2014.143.
- Pal, K., Melcher, K. and Xu, H. E. (2012) 'Structure and mechanism for recognition of peptide hormones by Class B G-protein-coupled receptors', *Acta Pharmacologica Sinica*. Nature Publishing Group, 33(3), pp. 300–311. doi: 10.1038/aps.2011.170.

- Puzianowska-Kuznicka, M. et al. (2013) 'Small-molecule hormones: Molecular mechanisms of action', *International Journal of Endocrinology*, 2013. doi: 10.1155/2013/601246.
- Sassone-Corsi, P. (2012) 'The cyclic AMP pathway.', *Cold Spring Harbor perspectives in biology*. United States, 4(12). doi: 10.1101/cshperspect.a011148.
- Singh, K. D. et al. (2019) 'Mechanism of Hormone Peptide Activation of a GPCR: Angiotensin II Activated State of AT1 R Initiated by van der Waals Attraction', *J Chem Inf Model*, 59(1), pp. 373–385. doi: 10.1021/acs.jcim.8b00583.Mechanism.
- Sun, Z. and Xu, Y. (2020) 'Nuclear Receptor Coactivators (NCOAs) and Corepressors (NCORs) in the Brain', *Endocrinology*, 161(8). doi: 10.1210/endocr/bqaa083.
- Yip, C. C. (1988) 'Cell-membrane hormone receptors: some perspectives on their structure and function relationship.', *Biochemistry and cell biology = Biochimie et biologie cellulaire*. Canada, 66(6), pp. 549–556. doi: 10.1139/o88-065.

BAB

7

MEKANISME KERJA ENZIM

Oleh : apt. Besse Hardianti, S.Si., M.Pharm.Sc.,
Ph.D

A. Sejarah Singkat Enzim

Pada tahun 1833, Payne dan persoz menemukan bahwa alkohol mengendap menjadi ekstrak menyerupai gandum, dan senyawa yang terkandung didalamnya ditemukan senyawa aktif yang mampu memecah gula. Selanjutnya beberapa peneliti mencoba meneliti dan mengisolasi senyawa tersebut yang diberi nama **diastase** disaat itu. Kemudian system penamaannya berakhir Ase untuk mengikuti asal substansi itu mereaksi. Kemudian istilah itu berkembang menjadi **Amylase**. Selanjutnya perkembangan berikutnya ditemukan senyawa yang mampu mencerna makanan yang diperoleh dari lambung, yang selanjutnya diberi nama pepsin. Dan dikenallah secara umum dengan istilah RAGI. Justus von Liebig kemudian menemukan bahwa ragi tersebut bisa ditemukan bukan hanya dari bahan yang dihasilkan dari makhluk hidup dan menjadi bahan yang bukan zat-hidup. Seiring perkembangan pengetahuan yang dipelopori oleh Wilhem Kuhne pada tahun 1878 dari Bahasa Yunani enzim (enzyme) istilah Ragi ini kemudian berubah menjadi enzim. Begitu banyak laporan tentang timbulnya perdebatan dalam pemberian nomenklatur /penamaan enzim. Akan tetapi dilaporkan bahwa dalam swiss Pote enzyme (<https://enzyme.expasy.org/>) dan dalam database Kyoto Univesity Ligand Chemistry (<https://www.genome.jp/>) telah menyediakan data penelitian dan juga persetujuan dari komite

DAFTAR PUSTAKA

- Arlt, w., walker, e. A., draper, n., ivison, h. E., ride, j. P., hammer, f., chalder, s. M., borucka-mankiewicz, m., hauffa, b. P. & malunowicz, e. M. 2004. Congenital adrenal hyperplasia caused by mutant p450 oxidoreductase and human androgen synthesis: analytical study. *The lancet*, 363, 2128-2135.
- Bubna, a. K. 2015. Imiquimod-its role in the treatment of cutaneous malignancies. *Indian journal of pharmacology*, 47, 354.
- Chen, c., seth, a. K. & aplin, a. E. 2006. Genetic and expression aberrations of e3 ubiquitin ligases in human breast cancer. *Molecular cancer research*, 4, 695-707.
- Confalonieri, s., quarto, m., goisis, g., nuciforo, p., donzelli, m., jodice, g., pelosi, g., viale, g., pece, s. & di fiore, p. P. 2009. Alterations of ubiquitin ligases in human cancer and their association with the natural history of the tumor. *Oncogene*, 28, 2959-2968.
- Daher, r. & van lente, f. 1992. Characterization of selenocysteine lyase in human tissues and its relationship to tissue selenium concentrations. *Journal of trace elements and electrolytes in health and disease*, 6, 189-194.
- Guo, h. J. & tadi, p. 2022. Biochemistry, ubiquitination. *Statpearls [internet]*. Statpearls publishing.
- Haeggström, j. Z., kull, f., rudberg, p. C., tholander, f. & thunnissen, m. M. 2002. Leukotriene a4 hydrolase. *Prostaglandins & other lipid mediators*, 68, 495-510.
- Horton, h. R., moran, l. A., scrimgeour, k. G., perry, m. D. & rawn, j. D. 2006. Principles of biochemistry. *Principles of biochemistry*.
- Judes, g., rifai, k., ngollo, m., daures, m., bignon, y.-j., penault-llorca, f. & bernard-gallon, d. 2015. A bivalent role of tip60 histone acetyl transferase in human cancer. *Epigenomics*, 7,

1351-1363.

- Koshland jr, d., wj jr, r. & mj, e. Protein structure and enzyme action. *Federation proceedings*, 1958. 1145-1150.
- Mcdonald, a. G. & tipton, k. F. 2023. Enzyme nomenclature and classification: the state of the art. *The febs journal*, 290, 2214-2231.
- Miller, j. F. & bolen, d. 1978. A guanidine hydrochloride induced change in ribonuclease without gross unfolding. *Biochemical and biophysical research communications*, 81, 610-615.
- Nakajima, t., elovaara, e., anttila, s., hirvonen, a., camus, a.-m., hayes, j. D., ketterer, b. & vainio, h. 1995. Expression and polymorphism of glutathione s-transferase in human lungs: risk factors in smoking-related lung cancer. *Carcinogenesis*, 16, 707-711.
- Noiva, r. 1999. Protein disulfide isomerase: the multifunctional redox chaperone of the endoplasmic reticulum. *Seminars in cell & developmental biology*, 10, 481-493.
- Rådmark, o., shimizu, t., jörnvall, h. & samuelsson, b. 1984. Leukotriene a4 hydrolase in human leukocytes. Purification and properties. *Journal of biological chemistry*, 259, 12339-12345.
- Schlager, j. J. & powis, g. 1990. Cytosolic nad (p) h:(quinone-acceptor) oxidoreductase in human normal and tumor tissue: effects of cigarette smoking and alcohol. *International journal of cancer*, 45, 403-409.
- Strassburg, a., strassburg, c. P., manns, m. P. & tukey, r. H. 2002. Differential gene expression of nad (p) h: quinone oxidoreductase and nrh: quinone oxidoreductase in human hepatocellular and biliary tissue. *Molecular pharmacology*, 61, 320-325.
- Tipton, k. & boyce, s. 2000. History of the enzyme nomenclature system. *Bioinformatics*, 16, 34-40.

- Tsou, c.-l. 1998. The role of active site flexibility in enzyme catalysis. *Biochemistry-new york-english translation of biokhimiya*, 63,253-258.
- Wang, d., yin, l., wei, j., yang, z. & jiang, g. 2017. Atp citrate lyase is increased in human breast cancer, depletion of which promotes apoptosis. *Tumor biology*, 39, 1010428317698338.
- Wang, z.-w., hu, x., ye, m., lin, m., chu, m. & shen, x. Nedd4 e3 ligase: functions and mechanism in human cancer. *Seminars in cancer biology*, 2020. Elsevier, 92-101.

BAB

8

KONSEP FLUIDA

Oleh : Dr. Manogari Sianturi, S. Si., M.T.

A. Pendahuluan

Secara umum fluida memiliki arti segala sesuatu yang dapat mengalir seperti zat cair dan gas. Dari sudut pandang mekanika fluida, semua zat hanya terdiri dari dua bentuk, padat dan cair. Fluida adalah materi yang sering berubah bentuk di bawah tegangan geser. Setiap jumlah tegangan geser (bahkan yang sangat kecil) yang diterapkan pada fluida akan menghasilkan gerakan fluida. Dua kelompok utama didefinisikan untuk cairan: cairan dan gas (dalam keadaan umum, plasma adalah kelompok cairan ketiga). Cairan terbentuk dari molekul yang relatif terkompresi dengan gaya kohesif yang kuat. Cairan memiliki kecenderungan untuk mempertahankan volumenya dan akan membentuk permukaan bebas di bawah medan gravitasi [9]. Gas adalah kebalikan dari cairan. Elemen gas umumnya terpisah satu sama lain dan gas tidak memiliki volume atau permukaan bebas yang ditentukan.

Tekanan (P) dalam SI adalah Pascal (Pa) atau N/m^2 adalah rasio gaya tegak lurus (F) terhadap satuan luas (A) dari suatu benda. Persamaan (1) adalah bentuk asal dari tekanan kemudian tekanan cairan yang diam tergantung pada kerapatan cairan (ρ) sehingga untuk menurunkan tekanan hidrostatis di dasar bejana pada kedalaman tertentu didalam cairan (h), kita dapat mengganti gaya dengan berat cairan dan menulis ulang persamaan (1) sehingga diperoleh tekanan

DAFTAR PUSTAKA

- Ayyaswamy, P. S. (2012) *Introduction to Biofluid Mechanics*. Fifth Edition, *Fluid Mechanics*. Fifth Edition. Elsevier. doi: 10.1016/b978-0-12-382100-3.10016-2.
- Los, U. M. D. E. C. D. E. (2005) *Essentials of Physiology Human Principles, Strategies, and Systems Pharmacy*. New York Washington, D.C.: Taylor & Francis e-Library.
- Manning, K. B. (2012) 'Biofluid Mechanics: The Human Circulation (second edition)', *Cardiovascular Engineering and Technology*, 3(4), pp. 351-352. doi: 10.1007/s13239-012-0106-6.
- Ostadfar, A. (2016) *Fluid Mechanics and Biofluids Principles, Biofluid Mechanics*. doi: 10.1016/b978-0-12-802408-9.00001-6.
- Sirovich, A. J. E. M. L. *et al.* (2010) *Volume 158*. Third Edit. Edited by S. S. A. J. E. M. L. Sirovich. New York: Springer Science+Business Media. doi: DOI 10.1007/978-1-4419-1564-1.
- Waite, L. and Fine, J. (2007) *Applied Biofluid Mechanics, Applied biofluid mechanics*.

BAB 9

ANATOMI DAN FISIOLOGI SISTEM PERNAPASAN

Oleh : apt. Nuralifah, S.Farm., M.Kes.

A. Pendahuluan

Pernapasan secara harfiah adalah perpindahan oksigen (O_2) dari udara menuju ke sel dan keluarnya karbondioksida (CO_2) dari sel ke udara bebas. Pergerakan udara masuk dan keluar dari saluran udara disebut ventilasi (bernapas). Udara yang terhirup berupa campuran gas termasuk Nitrogen dan Oksigen berdifusi kedalam kapiler paru disebut sebagai pernapasan eksternal sedangkan pernapasan internal merupakan reaksi kimia intraseluler saat O_2 digunakan dan CO_2 dihasilkan dimana sel melakukan metabolisme karbohidrat dan zat-zat lain untuk menghasilkan ATP (Price and Wilson, 2005).

B. Anatomi Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan dapat dibagi menjadi saluran pernapasan atas dan saluran pernapasan bawah. Saluran pernapasan atas terdiri dari hidung dan rongga hidung, faring, dan laring sedangkan pernapasan bawah terdiri dari bagian-bagian di dalam rongga dada: trakea dan paru-paru yang meliputi saluran bronkial dan alveoli. Selaput pleura dan otot pernapasan yang membentuk rongga dada: diafragma dan otot intercostal juga merupakan bagian dari sistem pernapasan (Valerie C. Scanlon, 2007; Jardins, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Beachey, W. (2013) *Respiratory Care Anatomy and Physiology Foundations for Clinical Practice*. Third. Bismarck, North Dakota: ELSEVIER.
- Guyton,A.C., Hall,J,E. (2011) *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. Twelfth Edition. Mississippi: Saunders Elsevier.
- Jardins, T. Des (2020) *Cardiopulmonary Anatomy & Physiology: Essentials of Respiratory Care*. Available at: <http://www.amazon.com/Cardiopulmonary-Anatomy-Physiology-Essentials-Respiratory/dp/0840022581>.
- Pearce, E. C. (2011) *Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia Untuk Paramedis*.
- Price, S. A. and Wilson, L. (2005) *Patofisiologi: Konsep Klinis proses-proses penyakit*. 6th ed. Jakarta: EGC.
- Rice University (2013) *Anatomy & Physiology, Anatomy & Physiology*. Texas: OpenStax College. doi: 10.5399/osu/1116.
- Sherwood. Lauralee (2011) *Fisiologi Manusia : dari sel ke Sistem*. 6th ed. Edited by E. edisi B. I. N. Y. alih Bahasa: Brahm U. Pedit. Jakarta: EGC.
- Valerie C. Scanlon, T. S. (2007) *Essentials of Anatomy and Physiology*. 5th ed. New York Tina.
- Waugh, Anne & Grant, A. (2014) *Anatomy & Physiology in Health and Illness*. 12th ed. United Kingdom: ELSEVIER.

BAB 10

ANATOMI DAN FISIOLOGI SISTEM MUSKULOSKELETAL

Oleh : Imma Fatayati, S. Fis., M. Biomed.

A. Pengertian Muskuloskeletal

Muskuloskeletal berasal dari dua kata muskulo atau muskular dan skeletal atau osteo. Muskulo memiliki arti kumpulan dari otot-otot dan skeletal artinya tulang kerangka tubuh baik tulang itu sendiri ataupun sendi (Widowati and Rinata, 2020).

Muskulo dan skeletal bekerja secara sinergis dan bersama-sama tidak bisa secara sendiri-sendiri. Adapun komponen sistem muskuloskeletal terdiri dari tulang, otot, ligament, tendon dan persendian. Secara fisiologis komponen musculoskeletal dapat bekerja secara sinergis ketika ada rangsangan dari luar sehingga mengakibatkan gerak pada rangka tubuh (Widowati and Rinata, 2020).

B. Sistem Skeletal

Skeletal atau tulang juga dikenal sebagai jaringan osteo, terdiri dari osteosit (sel-sel tulang) yang tertanam dalam matriks yang mengandung kristal garam mineral dan kolagen serat, yang bertanggung jawab atas kekerasan tulang (Thompson, 2015).

Tubuh manusia dewasa memiliki 206 tulang yang bersifat dinamis. Ketika tulang rusuk maka akan ada perbaikan dan pembentukan kembali secara terus menerus sepanjang daur hidupnya (Thompson, 2015).

DAFTAR PUSTAKA

- Amir and Muftia (2022) *Bagian-Bagian Telinga, Fungsi dan Gambarnya*. Available at: https://www.tokopedia.com/blog/bagian-bagian-telinga-edu/?utm_source=google&utm_medium=organic (Accessed: 30 June 2023).
- Rizzo, D.C. (2015) *Fundamentals of Anatomy and Physiology*. Fourth Edition. Boston: Cengage Learning.
- Scanlon, V.C. and Sanders, T. (2007) *Essentials of Anatomy and Physiology*. Fifth Edition. Philadelphia: F.A Davis Company.
- Sherwood, L. (2013) *Introduction to Human Physiology*. Edisi Kedelapan. Edited by Alexander. Suzannah. Yolanda Cossio.
- Thompson, G.S. (2015) *Understanding Anatomy & Physiology*. Second Edition. Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Widowati, H. and Rinata, E. (2020) *Buku Ajar Anatomi*. Edited by S.M.F. Hanum. Jawa Timur: UMSIDA Press.

BAB 11

ANATOMI FISIOLOGI SISTEM PENCERNAAN

Oleh : Laode Ardiansyah, S.Kep., M.Sc.

A. Pendahuluan

Sistem Pencernaan dapat disebut juga dengan sistem gastrointestinal adalah system yang menerima makanan dari luar dan menyiapkan makanan untuk diserap melalui proses pengunyahan, penelanan dan pencampuran dengan bantuan enzim dan zat cair mulai dari mulut hingga ke anus (Setiyo Adi Nugroho, 2021). Sistem pencernaan secara anatomi terbagi atas 2 yaitu, sistem organ inti dan sistem organ tambahan (aksesori). Organ inti terdiri dari mulut, faring, esophagus, lambung, usus halus, usus besar dan anus. Organ tambahan meliputi, gigi, lidah, kelenjar ludah, hati, kandung empedu dan pankreas.

Sistem pencernaan juga berfungsi sebagai penyediaan makanan, air dan elektrolit bagi tubuh dari nutrisi yang dicerna sehingga siap diabsorpsi. Proses pencernaan terjadi secara mekanik dan kimiawi yaitu sebagai berikut:

1. Ingesti, masuknya makanan ke dalam mulut. Pemotongan dan pengoyakan makanan oleh gigi untuk masuk ke dalam tubuh dan mengalirkan makanan sepanjang saluran pencernaan.
2. Peristaltik, gelombang kontraksi otot polos involunter yang menggerakkan makanan masuk ke saluran pencernaan.
3. Digesti, memecah makanan menjadi bagian-bagian lebih kecil baik secara mekanik maupun kimiawi.

DAFTAR PUSTAKA

- Evelyn C. Pearce (2013) *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Keempat Pu. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Lawrence, E.W. (2019) *Snell's Clinical Anatomy by Regions 10th Edition*. Tenth Edit. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Mohamad Judha (2016) *Rangkuman Sederhana Anatomi dan Fisiologi: untuk Mahasiswa Kesehatan*. Pertama. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Richard L. Drake, A. wayne V. dan A.W.M.M. (2018) *Gray's Basic Anatomy 3rd ed*. Philadelphia: Elsevier.
- Setiyo Adi Nugroho (2021) *BUKU AJAR ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM TUBUH: Mahasiswa Keperawatan Medikal Bedah*. Probolinggo.

BAB 12

ANATOMI DAN FISIOLOGI SISTEM KARDIOVASKULER

Oleh : Zulkifli, S.Farm., M.Kes.

A. Pendahuluan

Ada banyak organ di tubuh kita yang tanpa kita sadari terus bekerja dan melakukan fungsinya meskipun kita dalam keadaan tidur. Organ-organ ini tetap bekerja sebagaimana mestinya melakukan tugasnya tanpa kita perintah sedikit pun. Salah satunya adalah organ jantung, yang terus memompa darah keseluruh tubuh untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan darah.

Jika diasumsikan rata-rata denyut jantung manusia adalah 75 kali/menit, maka kontraksi rata-rata sekitar 108.000 kali sehari, lebih dari 39 juta kali dalam satu tahun, dan hampir 3 miliar kali selama masa hidup 75 tahun. Sementara, jumlah darah yang dipompakan sekitar 70 ml darah per kontraksi pada orang dewasa istirahat. Ini sama dengan 5,25 liter cairan per menit dan kira-kira 14.000 liter per hari. Selama satu tahun, itu sama dengan 10 juta liter atau 2,6 juta galon darah yang dikirim melalui sekitar 60 ribu mil pembuluh darah. Untuk memahami bagaimana hal itu tersebut terjadi, perlu dipahami anatomi dan fisiologi jantung (J. Gordon Betts, 2016)

Fakta lain terkait dengan jantung adalah rata-rata dibutuhkan kurang dari 90 detik bagi darah untuk bersirkulasi melalui pembuluh darah tubuh yang berjarak 100.000 km. (Farndon, 2010)

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Pranoto (2019) 'Sindrom Metabolik', *Smart Living Hidup Sehat bersama Prodia*, pp. 7-14.
- Arthur C.G Guyton, J. E. H. (2006) *Textbook of Medical Physiology*. Eleventh.
- Braunwald, E. (2016) *Braunwald's HEART DISEASE A textbook of cardiovascular medicine*.
- Farndon, J. (2010) *1000 Fakta tentang Tubuh Manusia*. PT. Bhuna Ilmu Populer Kelompok Gramedia.
- Hunter, P. (2008) *Cardiovascular Mechanics, Encyclopedia of Neuroscience*. doi: 10.1007/978-3-540-29678-2_824.
- Ilham Kamaruddin, Neti Sulami, Muntasir, Zulkifli, M. P. M. (2023) 'Kebiasaan merokok dan konsumsi garam berlebihan terhadap kejadian hipertensi pada lansia', 17(1), pp. 9-16. Available at: <https://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/holistik/article/view/9120>.
- J. Gordon Betts, E. (2016) *Anatomy and Physiology*. Openstax Rice University.
- Jardins, T. Des (2020) *Cardiopulmonary Anatomy & Physiology: Essentials of Respiratory Care*. Available at: <http://www.amazon.com/Cardiopulmonary-Anatomy-Physiology-Essentials-Respiratory/dp/0840022581>.
- Kabo, P. (2008) *Mengungkap Pengobatan Penyakit Jantung Koroner. Kesaksian Seorang Ahli Jantung dan Ahli Obat*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Kabo, P. (2010) *Bagaimana menggunakan obat-obat Kardiovaskular secara Rasional*. Balai Penerbit FKUI, Jakarta.
- Lalu Muhammad Irham, D. (2022) *Farmakogenetik-Farmakogenomik: Menuju Precision Medicine*. Yogyakarta: UAD Press.
- Landstrom, A. P. et al. (2023) 'Interpreting Incidentally Identified

Variants in Genes Associated With Heritable Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association.', *Circulation. Genomic and precision medicine*, (April). doi: 10.1161/HCG.0000000000000092.

Mackay, J. and Mensah, G. A. (2004) 'THE ATLAS OF HEART DISEASE and STROKE', p. 113. Available at: www.who.int.

Pappano, A. and Wier, W. (2019) 'Interplay of central and peripheral factors that control the circulation. In: *Cardiovascular physiology*.' Elsevier BV, pp. 240–6.

Philip I. Aaronson, Jeremy P.T Ward., M. J. C. (2020) *The Cardiovascular System at a Glance*. Fifth.

Rinsler, M. (2022) 'Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods', *Journal of Clinical Pathology*, 34(2), pp. 228–228. doi: 10.1136/jcp.34.2.228-a.

Roiger., D. and Bullock., N. (2023) *Anatomy, Physiology & Disease*. McGraw Hill LLC, New York.

Saladin, K. . (2020) *Anatomy & Physiology The Unity of Form and Function Ninth Edition*. 9th edn. McGraw-Hill Education, New York.

BAB 13

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM HEMATOLOGI DAN IMUNOLOGI

Oleh : Ari Nuswantoro, S.Si., S.ST, M.Imun.

A. Pendahuluan

Darah merupakan suatu jaringan ikat yang terdiri dari elemen seluler dan matriks ekstraseluler. Elemen seluler meliputi sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan fragmen sel yang disebut trombosit. Matriks ekstraseluler, yang disebut plasma, membuat darah unik di antara jaringan ikat karena merupakan cairan. Cairan ini, yang sebagian besar adalah air, terus-menerus menanggulungkan unsur-unsur yang terbentuk dan memungkinkannya beredar ke seluruh tubuh di dalam sistem kardiovaskular. (Young *et al.*, 2017)

B. Fungsi Darah

Fungsi utama darah adalah mengantarkan oksigen dan nutrisi serta membuang limbah dari sel-sel tubuh, selain itu fungsi spesifik darah juga mencakup pertahanan, distribusi panas, dan pemeliharaan homeostasis.

1. Transportasi

Nutrisi dari makanan akan diserap di saluran pencernaan. Sebagian besar perjalanan dalam aliran darah langsung ke hati, di mana nutrisi tersebut diproses dan dilepaskan kembali ke aliran darah untuk dikirim ke sel-sel tubuh. Oksigen dari udara akan berdifusi ke dalam darah, yang bergerak dari paru-paru ke jantung, yang kemudian dipompa ke seluruh tubuh. Selain itu, kelenjar endokrin yang tersebar di seluruh tubuh melepaskan produknya,

DAFTAR PUSTAKA

- Gwaltney-Brant, S. (2014) 'Immunotoxicity biomarkers', *Biomarkers in Toxicology*, pp. 373–385. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404630-6.00022-1>.
- Katakai, T. (2016) 'Stromal Cells in Secondary Lymphoid Organs', *Encyclopedia of Immunobiology*, 3, pp. 473–479. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374279-7.07011-9>.
- Null, M., Arbor, T.C. and Agarwal, M. (2023) 'Anatomy, Lymphatic System', StatPearls [Preprint]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513247/> (Accessed: 8 July 2023).
- Tortora, G.J. and Derrickson, B. (2021) *Principles of Anatomy & Physiology*. 16th edn. John Wiley & Sons, Inc. Available at: <https://www.wiley.com/en-us/Principles+of+Anatomy+and+Physiology%2C+16th+Edition-p-9781119662686> (Accessed: 8 July 2023).
- Young, K.A. et al. (2017) *Anatomy & Physiology*. OpenStax.

BAB 14

ANATOMI DAN FISIOLOGI SISTEM PERKEMIHAN

Oleh : apt. Sitti Rahimah, S. Farm., M. Si.

A. Pendahuluan

Sistem urinari atau perkemihan, juga disebut sistemurologi, adalah sistem tubuh manusia yang terlibat dalam pembentukan, penyimpanan, dan ekskresi/pengeluaran urin. Sistem kemih mengendalikan homeostasis tubuh dengan mengubah komposisi, pH, volume dan tekanan sistemik. Menjaga osmolaritas darah; pembuangan limbah metabolisme dan zat-zat toksik; serta sekresi hormon (Tortora and Derrickson, 2018).

Sistem urinari adalah serangkaian organ yang berperan sebagai filter kelebihan zat dari aliran darah. Organ yang terlibat adalah ginjal, ureter, kandung kemih dan uretra (Untari et al., 2023). Zat yang berlebihan dalam tubuh dikeluarkan melalui proses berkemih. Urin dihasilkan di ginjal, dikumpulkan di kandung kemih, dan dikeluarkan melalui uretra. Fase produksi urin meliputi tiga tahap utama yaitu proses filtrasi, proses reabsorpsi, dan proses augmentasi (sekresi) (Handayani, 2021). Sistem urinari berkordinasi dengan sistem lainnya untuk mempertahankan keseimbangan cairan. (Meskell, 2010).

B. Fungsi Sistem Perkemihan

Salah satu fungsi utama saluran kemih adalah fungsi eliminasi. Ekskresi adalah proses dimana sisa metabolisme dan zat tidak berguna lainnya dikeluarkan dari tubuh organisme.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahya, K.D., 2019. sistem perkemihan.
- Handayani, S., 2021. Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia.
- Lote, C.J., 2012. Principles of Renal Physiology. Springer Science & Business Media.
- Marieb, E.N., Hoehn, K., 2006. The urinary system. Essent. Hum. Anat. Physiol. 501-526.
- Meskeel, M., 2010. Principles of anatomy and physiology. J. Anat. 217, 631.
- Nuari, N.A., Widayati, D., 2017. Gangguan pada sistem perkemihan & penatalaksanaan keperawatan. Deepublish.
- Pocock, G., Richards, C.D., Richards, D.A., 2013. Human Physiology. OUP Oxford.
- Tortora, G.J., Derrickson, B.H., 2018. Principles of anatomy and physiology. John Wiley & Sons.
- Untari, S., Susanti, M.M., Kodiyah, N., Himawati, L., 2023. Buku Ajar Anatomi dan Fisiologi. Penerbit NEM.
- Young, B., Lowe, J.S., Stevens, A., Heath, J.W., 2006. Urinary system In Wheater's functional histology. Publ. Churchill Livingston 302-320.

BAB 15

ANATOMI DAN FISIOLOGI ENDOKRIN

Oleh : Haryanto, S.Farm., M.Biomed.

A. Pengantar Endokrinologi

Berbagai aktivitas sel, jaringan, dan organ tubuh dikoordinasikan oleh hubungan timbal balik. beberapa jenis sistem caraka kimia :

1. Neurotransmitter dilepaskan oleh ujung akson saraf ke dalam taut sinaps dan bekerja setempat untuk mengatur fungsi sel saraf.
2. Hormon endokrin dilepaskan oleh sel kelenjar atau sel khusus ke dalam sirkulasi dan mempengaruhi fungsi sel target di tempat lain di tubuh.
3. Hormon neuroendokrin disekresikan oleh sel neuron ke dalam sirkulasi darah dan mempengaruhi fungsi sel target di tempat lain di tubuh.
4. Parakrin disekresikan oleh sel ke dalam cairan ekstraseluler dan mempengaruhi sel target tetangga dengan jenis yang berbeda.
5. Autokrin disekresikan sel ke dalam cairan ekstraseluler dan mempengaruhi fungsi sel yang sama yang menghasilkan zat tersebut.
6. Sitokin merupakan peptida yang disekresikan sel ke dalam cairan ekstraseluler dan dapat bertindak sebagai autokrin, parakrin, atau hormon endokrin. Contoh sitokin meliputi (Albert, Johnson, Lewis, & al, 2008).

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, B., Johnson, A., & Lewis, J. (2008). *Molecular Biology of the Cell*, ed 5. New York: Garland Science.
- Antunes-Rodrigues, J., de Castro, M., & Elias, L. (2004). Neuroendocrine control of body fluid metabolism. *Physiol Rev* , 84:169.
- Aranda, A., & Pascual, A. (2001). Nuclear hormone receptors and gene expression. *Physiol Rev* , 81:1269.
- Bezbradica, J., & Medzhitov, R. (2009). Integration of cytokine and heterologous receptor signaling pathways. *Nat Immunology* , 10:333.
- Boone, M., & Dee, n. P. (2008). Physiology and pathophysiology of the vasopressinregulated renal water reabsorption, : . *Pflugers Arch* , 456:1005.
- Burbach, J., Luckman, S., & Murphy, D. (2001). Gene regulation in the magnocellularhy pothalamo-neuro hypophysial system. *Physiol Rev* , 81:1197.
- Chiamoler, a. M., & Wondisford, F. (2009). Thyrotropin-releasing hormone and the thyroid hormone feedback mechanism. *Endocrinology* , 150:1091.
- Dattani, M., & Preece, M. (2004). Growth hormone deficiency and related disorders: insights into causation, diagnosis, and treatment, Lancet. *Endocrinology* , 363:1977.
- Dayan, C., & Panicker, V. (2009). Novel insights into thyroid hormones from the study of common genetic variation. *Nat Rev Endocrinol* , 5:211.
- Donaldson, Z., & Young, L. (2008). Oxytocin, vasopressin, and the neurogenetics of sociality . *Science* , 322:900.
- Fuller, P., & Young, M. (2005). Mechanisms of mineralocorticoid action. *Hypertension Science* , 46:1227.
- Funder, J. (2006). Aldosterone and the cardiovascular system:

- genomic and nongenomic effects. *Endocrinology* , 147:5564.
- Funder, J. (2009). Reconsidering the roles of the mineralocorticoid receptor. *Hypertension Science* , 53:286.
- Hall, J., Granger, J., & Smith, M. J. (1984). Role of renal hemodynamics and arterial pressure in aldosterone “escape”. *Hypertension* , 6:1183.
- Jabbour, H., Kelly, R., & Fraser, H. (2006). Endocrine regulation of menstruation. *Endocr Rev* , 27:17.
- Larsen, P., Kronenberg, H., & Melmed, S. (2003). *Williams Textbook of Endocrinology, ed 10*. Philadelphia: WB Saunders Co.
- Levin, E. (2008). Rapid signaling by steroid receptors. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* , 295:R1425.
- Lösel, R., Falkenstein, E., & Feuring, M. (2003). Nongenomic steroid action: Controversies, questions, and answers,. *Physiol Rev* , 83:965.
- Oberleithner, H. (2004). Unorthodox sites and modes of aldosterone action. *News Physiol Sci* , 19:51.
- Purnamasari, A., Arwan, B., Fadhillah, N., Tenri, A. R., Muzafri, A., Kaswi, N., et al. (2022). *Fisiologi Manusia dan Zat Gizi*. Makassar, Indonesia: Cendikia Publisher.
- Reckelhoff, J., Yanes, L., & Iliescu, R. (2005). Testosterone supplementation in aging men and women: possible impact on cardiovascular renal disease. *Am J Physiol Renal Physiol* , 289:F941.
- Rhoden, E., & Morgentaler, A. (2004). Risks of testosterone-replacement therapy and recommendations for monitoring. *N Engl J Med* , 350:482.

BAB 16

ANATOMI DAN FISIOLOGI SISTEM REPRODUKSI

Oleh : Rantih Fadhlya Adri, S.Si., M.Si.

A. Anatomi dan Fisiologi Sistem Reproduksi Wanita

Anatomi fisiologi sistem reproduksi wanita adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang suatu rangkaian dan interaksi organ dalam organisme yang dipergunakan untuk berkembang biak (Sibagariang, 2016). Sistem reproduksi wanita terbagi atas 2 bagian, yaitu genetalia internal dan genetalia eksternal. Genitalia internal terdiri atas :

1. Vagina, merupakan suatu saluran dari vulva sampai ke uterus, ukuran panjang dinding belakang $\pm 11,5$ cm & dinding depan $\pm 7,5$ cm.

Fungsi :

- a. Masuknya spermatozoa
 - b. Untuk keluarnya darah menstruasi
 - c. Membantu menopang uterus
 - d. Membantu mencegah infeksi
2. Uterus, merupakan alat yang berongga dan berbentuk bola lampu yang gepeng dan terdiri dari 2 bagian, yaitu corpus uteri yang berbentuk segitiga dan serviks uteri yang berbentuk silinder. Ukuran uterus adalah panjang 7,5 cm, lebar 5 cm, dan tebal 2,5 cm, berat uterus ± 57 gram.

Fungsi :

- a. Menyiapkan tempat untuk ovum yang telah dibuahi
- b. Memberi makan ovum yang telah dibuahi selama masa kehamilan
- c. Untuk mengeluarkan hasil konsepsi setelah cukup umur

DAFTAR PUSTAKA

- Panghiyangani, R. dan Mashuri. 2009. *Kualitas Spermatozoa dan Aktivitas Enzim Katalase dalam Darah Tikus Jantan Galur Sprague Dawley (SD) yang Diradiasi Sinar Ultraviolet*. Jurnal Kedokteran Indonesia
- Ekawati, R. 2019. *Pengantar Kesehatan Reproduksi*. Malang: Wineka Media
- Rosyida, D.A.C. 2019. *Buku Ajar Kesehatan Reproduksi Remaja dan Wanita*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Sutarno, Nono. 2010. *Pembinaan Kehidupan Keluarga*. In: *Reproduksi Manusia*. Universitas Terbuka, J.
- Paulsen F, Waschke. 2012. *Sobotta: Atlas Anatomi Manusia Jilid 2. 23rd ed*. Jakarta: EGC
- Sibagariang, E. 2016. *Kesehatan Reproduksi wanita edisi revisi*. Jakarta: Trans Info Media

BAB 17

SISTEM SARAF DAN BEHAVIOR

Oleh : dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc., Ph.D.

A. Pendahuluan

Sistem saraf berperan penting dalam mempengaruhi dan mengendalikan berbagai jenis perilaku dalam organisme multiseluler. Sistem saraf merupakan jaringan kompleks yang terdiri dari milyaran sel saraf atau neuron, yang berfungsi untuk menerima, memproses, dan mengirimkan informasi melalui sinyal listrik dan kimia. Pada bab ini akan dibahas bagaimana sistem saraf mempengaruhi perilaku dan menjelaskan hubungan kausal antara kedua aspek tersebut (Bear et al., 2016)

Sistem saraf dapat dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf tepi (SST). SSP meliputi otak dan sumsum tulang belakang, sedangkan SST terdiri dari saraf-saraf lain yang menjalar ke seluruh tubuh. Otak dapat dibagi menjadi beberapa bagian yang masing-masing memiliki fungsi tertentu dalam mengendalikan dan mempengaruhi perilaku (Kandel et al., 2013)

Perilaku organisme, baik yang bersifat refleksif atau sukarela, pada dasarnya diatur oleh sistem saraf melalui interaksi antara neuron dan proses pengiriman sinyal antar neuron. Sebagai contoh, perilaku belajar dan memori diatur oleh neuron di hipokampus, sementara perilaku emosional, seperti ketakutan dan rasa sukacita, diatur oleh amigdala (Squire and others, 2012)

DAFTAR PUSTAKA

- Adolphs, R., 2009. The social brain: neural basis of social knowledge. *Annu Rev Psychol* 60, 693–716.
- Baumeister, R.F., Vohs, K.D., Funder, D.C., 2007. Psychology as the science of self-reports and finger movements: Whatever happened to actual behavior? *Perspectives on Psychological Science* 2, 396–403.
- Bear, M.F., Connors, B.W., Paradiso, M.A., 2016. *Neuroscience: Exploring the Brain*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A.R., 2000. Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral cortex* 10, 295–307.
- Berthoud, H.R., 2011. Metabolic and hedonic drives in the neural control of appetite: who is the boss? *Curr Opin Neurobiol* 21, 888–896.
- Birbaumer, N., Schmidt, R.F., 1999. *Biological psychology*. Springer Science & Business Media.
- Bliss, T. V, Collingridge, G.L., 1993. A synaptic model of memory: long-term potentiation in the hippocampus. *Nature* 361, 31–39.
- Breedlove, S.M., Watson, N. V, 2013. *Biological psychology: An introduction to behavioral, cognitive, and clinical neuroscience*. Sinauer Associates.
- Caldwell, H.K., Lee, H.J., Macbeth, A.H., Young III, W.S., 2008. Vasopressin: behavioral roles of an “original” neuropeptide. *Prog Neurobiol* 84, 1–24.
- Chaouloff, F., 2000. Serotonin, stress and corticoids. *Journal of psychopharmacology* 14, 139–151.
- Churchland, P.S., Sejnowski, T.J., 2016. *The computational brain*. MIT press.
- Citri, A., Malenka, R.C., 2008. Synaptic plasticity: multiple forms,

- functions, and mechanisms. *Neuropsychopharmacology* 33, 18–41.
- Cutler, D.M., Lleras-Muney, A., 2010. Understanding differences in health behaviors by education. *J Health Econ* 29, 1–28.
- Eichenbaum, H., 2004. Hippocampus: cognitive processes and neural representations that underlie declarative memory. *Neuron* 44, 109–120.
- Guyton, A.C., Hall, J.E., 2016. *Textbook of Medical Physiology*, 13th ed. Elsevier.
- Howes, O.D., Kapur, S., 2009. The dopamine hypothesis of schizophrenia: version III—the final common pathway. *Schizophr Bull* 35, 549–562.
- Insel, T.R., 2010. The challenge of translation in social neuroscience: a review of oxytocin, vasopressin, and affiliative behavior. *Neuron* 65, 768–779.
- Joëls, M., Baram, T.Z., 2009. The neuro-symphony of stress. *Nat Rev Neurosci* 10, 459–466.
- Kalat, J.W., 2016. *Introduction to Psychology*, 11th ed. Cengage Learning.
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M., Siegelbaum, S.A., Hudspeth, A.J., 2013. *Principles of neural science*. McGraw-Hill.
- LeDoux, J.E., 2003. The emotional brain, fear, and the amygdala. *Cell Mol Neurobiol* 23, 727–738.
- Markus, H.R., Kitayama, S., 1991. Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychol Rev* 98, 224–253.
- McEwen, B.S., 1998. Protective and damaging effects of stress mediators. *New England Journal of Medicine* 338, 171–179.
- Miller, E.K., Cohen, J.D., 2001. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci* 24, 167–202.

- Murrough, J.W., others, 2013. Antidepressant efficacy of ketamine in treatment-resistant major depression: a two-site randomized controlled trial. *American Journal of Psychiatry* 170, 1134–1142.
- Nestler, E.J., 2005. Is there a common molecular pathway for addiction? *Nat Neurosci* 8, 1445–1449.
- Plomin, R., DeFries, J.C., Knopik, V.S., Neiderhiser, J.M., 2016. Top 10 replicated findings from behavioral genetics. *Perspectives on Psychological Science* 11, 3–23.
- Purves, D., Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., Katz, L.C., LaMantia, A.S., McNamara, J.O., 2018. *Neuroscience*. Sinauer Associates.
- Robinson, G.E., Fernald, R.D., Clayton, D.F., 2008. Genes and social behavior. *Science* (1979) 322, 896–900.
- Squire, L.R., others, 2012. *Fundamental neuroscience*. Academic Press.
- Swaab, D.F., 2003. *The human hypothalamus: basic and clinical aspects*. Elsevier.
- Tinbergen, N., 2010. *The study of instinct*. Oxford University Press.
- Uvnäs-Moberg, K., 1998. Oxytocin may mediate the benefits of positive social interaction and emotions. *Psychoneuroendocrinology* 23, 819–835.
- Wilens, T.E., 2008. Effects of methylphenidate on the catecholaminergic system in attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Clin Psychopharmacol* 28, S46–S53.

TENTANG PENULIS

Ellyani Abadi, S.K.M., M.Kes., lahir di Dongakala pada Tanggal 4



September 1988 dari pasangan Abadi dan Marsi. Istri dari Aksarudin, S.Sos ini telah menyelesaikan pendidikan Magister peminatan Gizi dan Kesehatan Reproduksi. Ibu dari Gibran Rezki Pradipta, Cahaya Rezki Ayesha dan Miracle Rezki Adinda merupakan salah satu Dosen Tetap di kampus Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karya Kesehatan dan aktif mengikuti

kegiatan ilmiah seperti menulis buku dan melakukan publikasi ilmiah di Jurnal Nasional maupun Internasional.

Siti Raudah, S.Si.,M.Si. Lahir di Tanah Grogot Kalimantan Timur, pada 21 Desember 1985. Penulis menempuh pendidikan kuliah pada Program Studi Biologi Strata-1 pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Samarinda Tahun 2007 dan Pendidikan Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Mulawarman Tahun



2017. Penulis sebagai pengajar di Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Institut Teknologi Kesehatan dan Sains Wiyata Husada Samarinda sejak tahun 2010 - sekarang. Penulis aktif dalam melakukan penelitian dengan peminatan biokimia - bakteriologi seperti potensi tanaman terhadap penghambatan luka infeksi (in vitro).

dr. Nina Indriyani Nasruddin, M.Kes., M.Gizi, lahir pada tanggal



20 Desember 1986 di Kota Kendari, ibu kota provinsi Sulawesi Tenggara. Ia merupakan anak kedua dari lima bersaudara dan putri dari pasangan H. Nasruddin Habib, SE., MM dan Hj. Sinarsi, S.Pd., M.Pd. Ia menempuh pendidikan di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin (FK UNHAS). Setelah menyelesaikan studi kedokterannya, ia melanjutkan pendidikan

pascasarjana di bidang kesehatan masyarakat. Pada tahun 2021, ia meraih gelar Magister Kesehatan Masyarakat dari Universitas Halu Oleo (UHO), khususnya dalam bidang analisis kebijakan kesehatan. Selanjutnya, dr. Nina juga memperdalam pemahamannya tentang gizi klinik dan peranannya dalam kesehatan. Pada tahun 2022, ia meraih gelar Magister Gizi Klinik dari Universitas Indonesia (UI). Dengan latar belakang pendidikan yang mencakup kedokteran, kesehatan masyarakat, dan gizi klinik, dr. Nina memiliki pengetahuan dan keterampilan yang luas dalam bidang kesehatan. Ia dapat memberikan kontribusi dalam analisis kebijakan kesehatan dan pemahaman tentang gizi klinik untuk meningkatkan kesehatan masyarakat

Muji Rahayu, S.Si., M.Sc. Apt., Dosen Program Studi D3



Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Penulis lahir di Gunungkidul tanggal 15 Juni 1966. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Farmasi dan

Pendidikan Profesi Apoteker pada Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, dan menyelesaikan S2 pada Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar dan Biomedis FK UGM pada peminatan Biokimia.

Herlinda Djohan, SKM, M.Si lahir di Pontianak, pada tanggal 7



Mei 1973. Pendidikan terakhir di Universitas Tanjungpura. Wanita yang kerap disapa bu Jojo oleh mahasiswa mahasiswa TLM Pontianak ini adalah anak dari pasangan Alm Djohan (ayah) dan Almh Djaurah (ibu). Herlinda Djohan adalah anak ke 7 dari 9 bersaudara sampai saat ini beliau bekerja sebagai dosen di Poltekkes Kemenkes

Pontianak di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis



apt. Mirnawati Salampe, S.Si., M.Kes. Lahir di Bolang (Kab. Enrekang, SUL-SEL), pada 2 Februari 1989. Merupakan ibu dari dua orang anak. Penulis menyelesaikan studi S1 di Fakultas Farmasi Unhas tahun 2011, studi profesi apoteker 2012, dan program magister ilmu biomedik/farmakologi tahun 2018. Mirna yang merupakan nama panggilan dari penulis

memulai karir sebagai dosen di Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar pada tahun 2013 sampai sekarang. Sebagai seorang dosen di bagian Farmakologi, penulis telah melakukan berbagai macam penelitian untuk melihat efek farmakologi dari senyawa obat, terutama yang berasal dari bahan alam. Penulis berkolaborasi dengan beberapa dosen dan mahasiswa dalam melakukan penelitian di bidang farmasi. Penulis juga telah banyak mempublikasikan hasil penelitian dan juga review artikel baik di jurnal nasional maupun Internasional. Pada saat menulis buku ini, penulis sedang berada di Manchester, England untuk menemani suami yang sedang melanjutkan studi S3 di University of Manchester. Karena kecintaannya terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, walaupun sedang dalam masa cuti, penulis tetap berdedikasi untuk menulis dan berharap buku ini dapat bermanfaat bagi dunia pendidikan.

apt, Besse Hardianti, M.Pharm.Sc.,Ph.D, lahir di desa tosewo,



kabupaten wajo sulawesi selatan, pada 21 februari 1978. Ia lulus sebagai sarjana farmasi dan apoteker di fakultas farmasi universitas hasanuddin. Selanjutnya melanjutkan s2 dan s3 di negeri sakura jepang, universitas toyama, institute natural medicine. Wanita yang kerap disapa besse ini adalah anak bungsu dari 6 bersaudara sehari-hari berprofesi sebagai dosen STIFA. Besse berhasil meraih beberapa beasiswa bergengsi tanah air dan luar negeri. Sertatetap berkiprah sebagai peneliti.

Dr. Manogari Sianturi, S.Si, M.T. lahir di



Ampera, pada 17 Maret 1971. Penulis merupakan anak kedelapan dari sembilan bersaudara yang telah mengabdikan diri sebagai Dosen di Universitas Kristen Indonesia sejak tahun 1997. Mengawali pendidikan S1 Fisika di USU, lulus tahun 1996 dan menyelesaikan studi S2 Program Magister Opto Elektroteknika dan Aplikasi Laser pada tahun 2004 dan menyelesaikan S3 Ilmu Bahan-bahan di Departemen Fisika FMIPA, Universitas Indonesia (UI) pada tahun 2023.

Nuralifah,S.Farm.,M.Kes.,apt, lahir di Pangkep, pada 8 Mei 1984.



Ia tercatat sebagai lulusan S1 Universitas Indonesia Timur (UIT) Makassar (2003-2007), Profesi Apoteker Universitas Islam Indonesia Yogyakarta (2007-2008) dan S2 Biomedik Universitas Hasanuddin Makassar (2010-2012). Wanita yang kerap disapa Alifah ini adalah anak dari pasangan Muntu Amin (Bapak) dan Sitti Habubah (mama). Saat ini diamanahkan sebagai Ketua Jurusan Fakultas Farmasi Universitas Halu Oleo Kendari.

Imma Fatayati, S.Fis., M.Biomed, lahir di Parindu, pada 23 Maret



1995. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Muhammadiyah Solo dan Universitas Indonesia. Wanita yang kerap disapa Imma ini adalah anak dari pasangan Supriya

Laode Ardiansyah, S.Kep, M.Sc lahir di Tira, 22 Januari 1991



dengan berlatar belakang pendidikan S1 Keperawatan di STIKES Mandala Waluya Kendari dan S2 pada Ilmu Kedokteran Dasar & Biomedis Departemen Ilmu Fisiologi di Universitas Gadjah Mada. Saat ini penulis tercatat sebagai Dosen pada Perguruan Tinggi Swasta di Universitas Mandala Waluya home base pada Program Studi S1 Keperawatan dari

tanggal 01 Desember 2017 – sekarang.

Zulkifli, S.Farm., M.Kes. Lahir di Ujung pandang 24 Januari 1981.



Riwayat Pendidikan Sekolah Dasar ditempuh di Sekolah Dasar Negeri Rappocini pada tahun 1987-1993, Sekolah Menengah Pertama Negeri 26 Ujungpandang pada tahun 1993-1996, Sekolah Perawat Kesehatan Depkes Makassar pada tahun 1996-1999. Kemudian melanjutkan Pendidikan kefarmasian di Prodi S1 Farmasi Universitas Indonesia Timur (UIT)

pada tahun 2001 hingga 2005. Pendidikan Magister (S2) di Universitas Hasanuddin Program Studi Ilmu Biomedik Konsentrasi Farmakologi. **Riwayat Pekerjaan** selesai pendidikan perawat, bekerja di Balai Pengobatan Penyakit Paru-Paru (BP4) Makassar (skrg BBKPM) sebagai perawat dari tahun 1999 hingga tahun 2001. Kemudian pada saat kuliah, sambil bekerja di Klinik Rawat Jalan Supra Medika dari 2001-2003. Pada Tahun 2005 bekerja sebagai Apotik Koordinator dan Administrator Konselor VCT HIV/AIDS

di Klinik PT Semen Bosowa Maros hingga Januari 2023. Pada tahun 2009 kembali ke UIT untuk mengabdikan sebagai tenaga dosen yang membawakan mata kuliah terkait Farmakologi diantaranya, Metode Farmakologi, Farmakologi dan Toksikologi, Biofarmasetika serta Dasar-dasar Imunologi. Hingga pada tahun 2020 hingga sekarang berpindah ke Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Makassar dan juga sebagai Team Monev dan AMI (Audit Mutu Internal) Prodi. Saat ini Zulkifli telah memiliki 2 orang anak bernama M. Daffa Zulfi Athaillah dan Azkadinayla Zulfi Almeera dari seorang istri bernama Ety Safitri, S.Pd.

apt. Sitti Rahimah, S.Farm., M.Si. Lahir di Soppeng-Sulawesi Selatan, pada tanggal 2 Mei 1987. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana Farmasi (S.Farm) di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar (2010) dan juga telah menyelesaikan pendidikan profesi Apoteker (apt) dan Magister Farmasi (M.Si) di Universitas Setia Budi Surakarta (2012). Wanita yang kerap disapa Rahimah/Ima ini sekarang aktif sebagai Dosen tetap Yayasan Al-Marisah Madani di Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar sejak tahun 2013. Bab ini merupakan karya keduanya dalam menulis buku referensi, semoga bermanfaat.



Ari Nuswantoro, S.Si., S.ST, M.Imun., lahir di Pontianak, 25 September 1982, memiliki kualifikasi D3 Teknologi Laboratorium Medis, S1 Biologi, D4 Kesehatan Lingkungan, dan S2 Imunologi; saat ini menjadi dosen mata kuliah Imunologi-Serologi, Bakteriologi, dan Virologi di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Pontianak dan ingin mengabdikan ilmu sebanyak-banyak demi tabungan amal jariah dan kebahagiaan bagi ayah (Danuri), ibu (Tri Haryati), istri, dan ketiga anaknya, dunia dan akhirat.



Rantih Fadhlya Adri, S.Si, M.Si , lahir di Payakumbuh, pada 10



April 1987. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Andalas. Wanita yang kerap disapa Ranti ini berkecimpung di dunia pendidikan dengan profesi sebagai dosen di salah satu Universitas swasta terkemuka di Sumatera Barat. Ibu dari 2 orang anak ini juga merupakan pengampu mata kuliah Kesehatan Reproduksi dan Perencanaan Keluarga.

dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD lahir di Jakarta, pada tanggal 27



November 1984. dr. Fika tercatat sebagai lulusan S1-Profesi Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2009 dan melanjutkan program Magister (*M.Sc in Physiology*) serta Doktoral (*Ph.D in Physiology*) di *Department of Physiology, Wayne State University, United States of America (2012-2017)*. dr. Fika adalah anak ketiga dari Ibu Dra. Hj. Nielyar Wisma, dan

Bapak H. Arfizal Indramaharaja, dan saat ini telah menjadi ibu dari 5 orang anak bersama dr. Rozi Abdullah (suami). dr. Fika merupakan staf pengajar di Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, Indonesia sejak tahun 2009. Fokus pengajaran dan penelitian dr. Fika adalah di bidang neurofisiologi dan ilmu biomedis.

Haryanto, S.Farm., M.Biomed, Sinjai, August 14th 1993, S1 Prodi



Farmasi di Universitas Indonesia Timur, S2 Prodi Ilmu Biomedik Konsentrasi Fisiologi di Universitas Hasanuddin, Dosen di Universitas Muhammadiyah Makassar dan Universitas Bina Mandiri Gorontalo,

Email: internahary@gmail.com