

EDITOR

Dr. dr. Asriati, M.Kes

Andi Noor Kholidha Syarifin, S.Si., M.Biomed



# BIOKIMIA

R Agus Wibowo | Eni Kartika Sari | Rita Maliza | Syamsulina Revianti | Dessy Arisanty  
Rauza Sukma Rita | Muhammad Yashir | Kartika Rahma | Ayu Puspitasari | Rifkind Malik  
Kurnia Maidarmi Handayani | Fathma Syahbanu | Kadek Dwi Dessy Sapitri  
Siti Raudah | Muhammad Arief Fadillah

# BIOKIMIA

Buku “Biokimia” ini merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang disajikan dalam beberapa bab

Bab 1 Bioenergetika

Bab 2 Air dan Mineral

Bab 3 Enzim

Bab 4 Biokimia Jaringan

Bab 5 Biokimia Darah

Bab 6 Asam-Basa

Bab 7 Metabolisme Karbohidrat

Bab 8 Metabolisme Lipid

Bab 9 Metabolisme Asam-Amino

Bab 10 Sintesis Protein

Bab 11 Siklus Asam Sitrat

Bab 12 Hormon

Bab 13 Pemeriksaan Fungsi dan Komposisi Saliva

Bab 14 Pemeriksaan Glukosa Darah

Bab 15 Proses Pembekuan Darah



eureka  
media aksara  
Anggota IKAPI  
No. 225/JTE/2021

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

ISBN 978-623-120-631-2



9 786231 206312

# BIOKIMIA

Dr. R Agus Wibowo S., S.Si., M..Sc  
Eni Kartika Sari, M.Sc.  
Rita Maliza, S.Si.,M.Si.,Ph.D  
Prof. Dr. Syamsulina Revianti, drg.,M.Kes.,PBO  
Dr. Dessy Arisanty M Sc  
dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D  
Muhammad Yashir, S.E.,M.KM  
Kartika Rahma, S.Si., M.Si  
Ayu Puspitasari, ST, M.Si  
dr Rifkind Malik, M. Biomed  
dr Kurnia Maidarmi Handayani, M.Biomed  
Dr. Fathma Syahbanu, S.TP  
drg. Kadek Dwi Dessy Sapitri, M. Biomed  
Siti Raudah, S.Si., M.Si  
Muhammad Arief Fadillah, S.ST., M.Kes



**eureka**  
**media aksara**

**PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA**

## BIOKIMIA

**Penulis** : Dr. R Agus Wibowo S., S.Si., M.Sc, Eni Kartika Sari, M.Sc., Rita Maliza, S.Si.,M.Si.,Ph.D, Prof. Dr. Syamsulina Revianti, drg.,M.Kes.,PBO, Dr. Dessy Arisanty M Sc, dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D, Muhammad Yashir, S.E.,M.KM, Kartika Rahma, S.Si., M.Si., Ayu Puspitasari, ST, M.Si, dr Rifkind Malik, M. Biomed, dr Kurnia Maidarmi Handayani, M.Biomed, Dr. Fathma Syahbanu, S.TP., drg. Kadek Dwi Dessy Sapitri, M. Biomed, Siti Raudah, S.Si., M.Si, Muhammad Arief Fadillah, S.ST., M.Kes

**Editor** : Dr. dr. Asriati, M.Kes  
Andi Noor Kholidha Syarifin, S.Si., M.Biomed

**Desain Sampul** : Ardyan Arya Hayuwaskita

**Tata Letak** : Via Maria Ulfah

**ISBN** : 978-623-120-631-2

Diterbitkan oleh: **EUREKA MEDIA AKSARA, APRIL 2024**  
**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 : 2024

**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

Ilmu biokimia berkembang dengan sangat pesat di era sekarang ini. Ilmu biokimia sangat lekat dengan kehidupan sehari-hari. Banyak penemuan berguna yang dihasilkan dari kemajuan ilmu biokimia di segala bidang. Proses-proses yang ada di biokimia sangat lekat dengan kehidupan makhluk hidup, dimana keberlangsungan kehidupan dipengaruhi oleh proses biokimia di tubuh. Buku ini disusun untuk memberikan wawasan yang berbeda terkait dengan ilmu biokimia yang dapat dipakai oleh praktisi kesehatan, peneliti, pelajar dan mahasiswa. Buku ini disusun untuk mudah dipahami dan aplikatif untuk diterapkan di bidang kesehatan. Buku Biokimia ini merupakan kolaborasi dari beberapa penulis dengan berbagai keahlian.

Penulis memanjatkan Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, para penulis dapat menyelesaikan buku ini. Buku "Biokimia" ini merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang disajikan dalam beberapa bab

Bab 1 Bioenergetika

Bab 2 Air dan Mineral

Bab 3 Enzim

Bab 4 Biokimia Jaringan

Bab 5 Biokimia Darah

Bab 6 Asam-Basa

Bab 7 Metabolisme Karbohidrat

Bab 8 Metabolisme Lipid

Bab 9 Metabolisme Asam-Amino

Bab 10 Sintesis Protein

Bab 11 Siklus Asam Sitrat

Bab 12 Hormon

Bab 13 Pemeriksaan Fungsi Dan Komposisi Saliva

Bab 14 Pemeriksaan Glukosa Darah

Bab 15 Proses Pembekuan Darah

Penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun untuk penyempurnaan buku ini. Akhir kata penulis berharap buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Magelang, 20 Maret 2024

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB 1 BIOENERGETIKA</b> .....	<b>1</b>
Oleh : Dr. R Agus Wibowo S., S.Si., M.Sc	
A. Pendahuluan.....	1
B. Tipe Reaksi Bioenergetika.....	3
C. Proses Bioenergetika Utama.....	4
D. Bioenergetika di Bidang Kesehatan.....	5
E. Bioenergetika dan Penyakit.....	6
F. Daftar Pustaka.....	8
<b>BAB 2 AIR DAN MINERAL</b> .....	<b>11</b>
Oleh : Eni Kartika Sari, M.Sc.	
A. Air.....	11
B. Mineral.....	18
C. Daftar Pustaka.....	34
<b>BAB 3 ENZIM</b> .....	<b>37</b>
Oleh : Rita Maliza, S.Si.,M.Si.,Ph.D	
A. Pendahuluan.....	37
B. Enzim Sebagai Katalis.....	39
C. Enam Kelas Utama Enzim.....	40
D. Struktur Enzim dan Pengikatan Substrat.....	43
E. Kofaktor Enzim.....	45
F. Energi Bebas <i>Gibbs</i> .....	46
G. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kerja Enzim.....	49
H. Inhibitor Enzim.....	50
I. Daftar Pustaka.....	55
<b>BAB 4 BIOKIMIA JARINGAN</b> .....	<b>56</b>
Oleh : Prof. Dr. Syamsulina Revianti, drg.,M.Kes.,PBO	
A. Pendahuluan.....	56
B. Jaringan Epitel.....	57
C. Jaringan Ikat.....	60
D. Jaringan Saraf.....	63
E. Jaringan Otot.....	67

	F. Daftar Pustaka .....	71
<b>BAB 5</b>	<b>BIOKIMIA DARAH.....</b>	<b>73</b>
	Oleh : Dr. Dessy Arisanty M Sc	
	A. Pendahuluan.....	73
	B. Sel Darah Merah.....	75
	C. Sel Darah Putih.....	81
	D. Trombosit Darah .....	84
	E. Plasma.....	85
	F. Protein Plasma Darah.....	86
	G. Darah sebagai Sistem Transpor.....	88
	H. Pengumpulan, Pemisahan, dan Analisis Darah beserta Komponennya .....	89
	I. Pengumpulan Darah .....	91
	J. Pemisahan dan Analisis Komponen Darah.....	93
	K. Penutup .....	95
	L. Daftar Pustaka .....	95
<b>BAB 6</b>	<b>ASAM-BASA.....</b>	<b>97</b>
	Oleh : dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D	
	A. Pendahuluan.....	97
	B. Teori Asam dan Basa .....	98
	C. Kekuatan Asam Basa .....	101
	D. Keseimbangan Asam Basa .....	103
	E. Gangguan Keseimbangan Asam Basa.....	105
	F. Kesimpulan .....	108
	G. Daftar Pustaka .....	108
<b>BAB 7</b>	<b>METABOLISME KARBOHIDRAT .....</b>	<b>110</b>
	Oleh : Muhammad Yashir, S.E.,M.KM	
	A. Pendahuluan.....	110
	B. Glikolisis dan Glukoneogenesis .....	114
	C. Hipoglikemia, Hiperglikemia dan Kelemahan Toleransi Glukosa.....	119
	D. Daftar Pustaka .....	125
<b>BAB 8</b>	<b>METABOLISME LIPID .....</b>	<b>126</b>
	Oleh : Kartika Rahma, S.Si., M.Si	
	A. Pendahuluan.....	126
	B. Proses Pembentukan Lemak.....	127



C. Sintesis dan Regulasi Kolesterol.....	134
D. Katabolisme Lipid .....	137
E. Ketogenesis pada Keadaan Puasa dan Kelaparan .....	142
F. Daftar Pustaka.....	145
<b>BAB 9 METABOLISME ASAM-AMINO .....</b>	<b>146</b>
Oleh : Ayu Puspitasari, ST, M.Si	
A. Pendahuluan Asam Amino.....	146
B. Struktur dan Klasifikasi Asam Amino .....	151
C. Metabolisme Asam Amino.....	155
D. Daftar Pustaka.....	169
<b>BAB 10 SINTESIS PROTEIN.....</b>	<b>171</b>
Oleh : dr Rifkind Malik, M. Biomed	
A. Pendahuluan .....	171
B. Transkripsi dan Tahap Regulasi Gen .....	172
C. Translasi dan Sintesis Protein .....	180
D. Rangkuman .....	188
E. Daftar Pustaka.....	188
<b>BAB 11 SIKLUS ASAM SITRAT .....</b>	<b>191</b>
Oleh : dr Kurnia Maidarmi Handayani, M.Biomed	
A. Pendahuluan .....	191
B. Tahapan Siklus Asam Sitrat .....	192
C. Enzim yang Terlibat dalam Siklus Asam Sitrat.....	195
D. Peran Siklus Asam Sitrat dalam Metabolisme .....	197
E. Regulasi Siklus Asam Sitrat .....	200
F. Daftar Pustaka.....	203
<b>BAB 12 HORMON .....</b>	<b>205</b>
Oleh : Dr. Fathma Syahbanu, S.TP	
A. Pendahuluan .....	205
B. Klasifikasi Hormon .....	207
C. Mekanisme Aksi Hormon .....	209
D. Hormon Peptida .....	212
E. Daftar Pustaka.....	222

<b>BAB 13 PEMERIKSAAAN FUNGSI DAN KOMPOSISI</b>	
<b>SALIVA</b> .....	224
Oleh : drg. Kadek Dwi Dessy Sapitri, M. Biomed	
A. Pendahuluan.....	224
B. Komponen Saliva .....	225
C. Fungsi Saliva .....	227
D. Mekanisme Sekresi Saliva .....	229
E. pH dan Volume Saliva .....	231
F. Pemeriksaan Saliva .....	233
G. Daftar Pustaka .....	236
<b>BAB 14 PEMERIKSAAN GLUKOSA DARAH</b> .....	238
Oleh : Siti Raudah, S.Si., M.Si	
A. Pendahuluan.....	238
B. Pemanfaatan dan Mekanisme Kontrol Glukosa .....	239
C. Patofisiologi Metabolisme Karbohidrat .....	245
D. Pemeriksaan Glukosa Darah .....	248
E. Daftar Pustaka .....	264
<b>BAB 15 PROSES PEMBEKUAN DARAH</b> .....	266
Oleh : Muhammad Arief Fadillah, S.ST., M.Kes	
A. Pendahuluan.....	266
B. Faktor Koagulasi Darah .....	267
C. Jalur Ekstrinsik .....	269
D. Jalur Intrinsik.....	270
E. Jalur Umum atau Bersama.....	272
F. Retraksi Bekuan.....	272
G. Fibrinolisis.....	274
H. Kelainan Sistem Pembekuan Darah .....	275
I. Daftar Pustaka .....	276
<b>TENTANG PENULIS</b> .....	278

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	<i>Turnover Rate Of Some Common Enzyme Showing Wide Variation</i> .....	40
Tabel 3. 2	Kofaktor Enzim .....	46
Tabel 5. 1	Jenis Spesimen Darah yang Digunakan dalam Uji Laboratorium.....	90
Tabel 6. 1	Kelainan Asam Basa (Lobo <i>et al.</i> , 2013).....	107
Tabel 8. 1	Hasil ATP dari Oksidasi Asam Lemak .....	142
Tabel 9. 1	Struktur 20 Asam Amino.....	148
Tabel 9. 2	Klasifikasi Asam Amino Berdasar R.....	153
Tabel 9. 3	Klasifikasi Asam Amino (Glukogenik-Ketogenik) ..	154
Tabel 10. 1	Jenis RNA Polimerase pada Eukariotik.....	172
Tabel 10. 2	Kode Genetik (Kodon dalam triplet mRNA).....	181
Tabel 15. 1	Faktor Koagulasi Darah.....	268

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Kurva reaksi Bioenergetika.....	4
Gambar 2. 1	Struktur Molekul Air .....	12
Gambar 2. 2	Ikatan hidrogen antar molekul air .....	13
Gambar 2. 3	Gambar Mekanisme Pembekuan Darah .....	20
Gambar 2. 4	Peran Natrium dalam Sel .....	22
Gambar 2. 5	Peran Klor dalam Pada Enzim Amilase .....	25
Gambar 2. 6	Peran Besi dalam Tubuh.....	27
Gambar 3. 1	Ilustrasi Ikatan Antara Substrat (Merah) Dengan Sisi Aktif Enzim (3D Protein Berwarna Abu-Abu).....	38
Gambar 3. 2	Sisi Aktif Enzim dan Komplek Substrat dan Enzim ( <i>ES Complex</i> ) .....	43
Gambar 3. 3	Holoenzim yang Terdiri dari Dua Komponen: Apoenzim (Bagian Protein) dan Kofaktor (Bagian Organik).....	45
Gambar 3. 4	Inhibitor Kompetitif dan Non-Kompetitif .....	52
Gambar 3. 5	Inhibisi Ireversibel.....	53
Gambar 3. 6	Struktur Monoamine Oksidase Manusia, Daerah Pengikatan (Kuning) Dan Daerah Pengikatan Substrat/Inhibitor (Merah) dan Obat (-) Deprebyl. ....	54
Gambar 5. 1	Komponen Darah di dalam Sirkulasi Darah .....	73
Gambar 5. 2	Sel Darah Merah Berbentuk Bikonkaf Berwarna Merah .....	75
Gambar 5. 3	Siklus Hidup Eritrosit .....	76
Gambar 5. 4	Struktur Molekul Protein Haemoglobin .....	78
Gambar 5. 5	Kurva Disosiasi Oksigen .....	79
Gambar 5. 6	Metabolisme Bilirubin.....	80
Gambar 5. 7	Sel-Sel Darah Putih.....	82
Gambar 5. 8	Proses Pertumbuhan dan Pematangan Sel Darah Melibatkan Beberapa Tahapan. Sel Punca Darah Bertransformasi Menjadi Sel Darah Merah, Sel Darah Putih, dan Trombosit .....	83
Gambar 5. 9	Komponen dalam Plasma Darah .....	86

Gambar 5. 10	Tabung Spesimen Darah Untuk Tes Biokimia.....	93
Gambar 5. 11	Komponen Darah Lengkap dengan Antikoagulan Setelah Melalui Tahap Sentrifugasi.....	94
Gambar 5. 12	Komponen Darah Lengkap Tanpa Antikoagulan Setelah Melalui Tahap Sentrifugasi.....	94
Gambar 6. 1	Reaksi Asam dan Basa Lewi.....	100
Gambar 7. 1	Gambaran Jalur Utama Proses Metabolisme Karbohidrat.....	114
Gambar 7. 2	Molekul Glikogen .....	116
Gambar 7. 3	Proses Glycolysis .....	117
Gambar 7. 4	Metabolisme Propionat (Wahyuni, 2013) .....	119
Gambar 7. 5	Metabolisme Keton:.....	120
Gambar 7. 6	Siklus Krebs's (Fessenden, 1992) .....	121
Gambar 7. 7	<i>The Egregious Eleven</i> .....	123
Gambar 8. 1	Struktur-Struktur Lipid.....	128
Gambar 8. 2	Metabolisme Lipid.....	130
Gambar 8. 3	Jalur Sintesis Asam Lemak .....	132
Gambar 8. 4	Sintesis Lipid .....	134
Gambar 8. 5	Sintesis dan Regulasi Kolesterol .....	136
Gambar 8. 6	Transport Asam Lemak ke Mitokondria dengan Karnitin .....	138
Gambar 8. 7	Proses Oksidasi- $\beta$ Mitokondria .....	140
Gambar 8. 8	Jalur Ketogenesis dari Asetil-KoA di Hati .....	143
Gambar 8. 9	Katabolisme Badan Keton di Jaringan Perifer .....	144
Gambar 9. 1	Struktur Dasar Asam Amino.....	151
Gambar 9. 2	Biosintesis Alanin .....	156
Gambar 9. 3	Biosintesis Aspartat dan Asparagin .....	157
Gambar 9. 4	Biosintesis Glutamin dan Glutamin .....	158
Gambar 9. 5	Biosintesis Prolin.....	159
Gambar 9. 6	Biosintesis Serin .....	160
Gambar 9. 7	Sintesis Leusin, Valin, Isoleusin Pada Bakteri .....	161
Gambar 9. 8	Sintesis Lisin, Metionin, Treonin .....	162
Gambar 9. 9	Sintesis Fenilalanin, Tirosin, Triptofan .....	163
Gambar 9. 10	Sintesis Histidin Pada Bakteri .....	164
Gambar 9. 11	Overview Katabolisme Asam Amino .....	165
Gambar 9. 12	Asam Amino dan Produk Degradasinya .....	167

Gambar 9. 13	Daur Urea .....	168
Gambar 10. 1	Aktivasi Transkripsi Pada Eukariot (Hames 2005).....	174
Gambar 10. 2	Pelengkungan DNA Memungkin Interaksi Aktivator Transkripsi Dengan Kompleks TF-RNA Polimerase (Hames 2005) .....	175
Gambar 10. 3	Untai heliks ganda DNA dilepaskan Bersama dengan RNA Polimerase memulai sintesis salinan RNA baru dari untai cetakan DNA. RNA yang baru terbentuk membentuk heliks hibrid RNA-DNA tetapi kemudian terlepas kembali dan DNA kembali menyatu. (Jeffrey R. Patton 2014; Roehm 2004) .....	176
Gambar 10. 4	Struktur <i>hairpin-loop</i> yang Dibentuk Diujung 3` Molekul RNA Ketika Tahap Terminasi Transkripsi (P. Anthony Weil 2018a).....	177
Gambar 10. 5	Modifikasi RNA menjadi Pra-mRNA dengan penambahan 7-metilguanin pada 5' dan Poli- Adenine pada 3' (Roehm 2004).....	178
Gambar 10. 6	Intron Dipotong Keluar Dan Ekson Disambung Oleh Enzim Spliceosome (Michael Lieberman and Alisa Peet 2018).....	178
Gambar 10. 7	RNA <i>Splicing</i> pada pra-mRNA.....	179
Gambar 10. 8	Representasi diagramatik Tahap Inisiasi, dimulai dengan (1) Disosiasi ribosom, (2) Pembentukan kompleks pra-inisiasi 43S, (3) Pembentukan kompleks 48S dan (4) Pembentukan kompleks 80S. (Jeffrey R Patton and Gary A Bannon 2014) ....	183
Gambar 10. 9	Representasi diagramatik Tahap Elongasi, meliputi 3 tahap (1) Pengikatan aminoasil-tRNA ke situs A, (2) Pembentukan ikatan Peptida dan (3) Translokasi. Bulatan kecil berlabel n-1, n, n+1 dll. Menggambarkan residu asam amino molekul protein yang baru terbentuk. Situs peptidil t-RNA dan aminoasil-tRNA pada ribosom digambarkan	

	masing-masing ditunjukkan sebagai situs P dan A. (Michael Lieberman and Alisa Peet 2018) .....	186
Gambar 11. 1	Energi yang Dihasilkan dalam Siklus Asam Sitrat (Baynes & Dominickzak, 2019) .....	194
Gambar 11. 2	Peran Siklus Asam Sitrat dalam Metabolisme (Baynes & Dominickzak, 2019) .....	199
Gambar 11. 3	Tahapan dan Regulasi Siklus Asam Sitrat (Lieberman & Peet, 2018).....	201
Gambar 11. 4	Klasifikasi Hormon Secara Kimiawi .....	209
Gambar 13. 1	Sekresi Saliva (Keshav, 2004) .....	230
Gambar 13. 2	Kertas Lakmus (Surahman, 2018).....	234
Gambar 14. 1	Homeostatis Glukosa (Gaw <i>et al.</i> , 2011).....	240
Gambar 14. 2	Pengaturan Kadar Glukosa Darah (Singh <i>et al.</i> , 2022).....	241
Gambar 14. 3	Kerja Insulin (Gaw <i>et al.</i> , 2011).....	243
Gambar 15. 1	Proses Vasa Darah yang Cedera .....	266
Gambar 15. 2	Tahapan Hemostasis .....	267
Gambar 15. 3	Mekanisme Koagulasi Darah .....	269
Gambar 15. 4	Proses Retraksi Bekuan.....	273
Gambar 15. 5	Antikoagulan Meregulasi Koagulasi Darah.....	273
Gambar 15. 6	Antikoagulan Meregulasi Koagulasi Darah.....	274



## **BIOKIMIA**

Dr. R Agus Wibowo S., S.Si., M.Sc

Rita Maliza, S.Si.,M.Si.,Ph.D

Prof. Dr. Syamsulina Revianti, drg.,M.Kes.,PBO

Dr. Dessy Arisanty M Sc

dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D

Muhammad Yashir, S.E.,M.KM

Kartika Rahma, S.Si., M.Si

Ayu Puspitasari, ST, M.Si

dr Rifkind Malik, M. Biomed

dr Kurnia Maidarmi Handayani, M.Biomed

Dr. Fathma Syahbanu, S.TP

drg. Kadek Dwi Dessy Sapitri, M. Biomed

Siti Raudah, S.Si., M.Si

Muhammad Arief Fadillah, S.ST., M.Kes





# BAB

# 1

# BIOENERGITIKA

Dr. R Agus Wibowo S, S.Si., M.Sc

## A. Pendahuluan

Bioenergetika adalah ilmu yang berhubungan dengan transformasi dan penggunaan energi oleh sel hidup. Ilmu bioenergetika mempelajari aliran energi melalui sistem kehidupan. Bioenergetika banyak dipelajari dan menjadi bagian di bidang biokimia dan biologi sel.

Dalam bioenergetika terjadi proses bioenergi, untuk menggambarkan bagaimana organisasi yang hidup memperoleh dan mengubah energi untuk melakukan pekerjaan biologis. Studi jalur metabolisme sangat penting untuk bioenergi. Seluruh reaksi kimia dalam kehidupan hanya dapat berlangsung jika didukung energi ATP yang cukup yang berasal dari energi yang dibebaskan dalam pemecahan senyawa organik dalam sel yaitu dalam proses respirasi. Pelepasan energi sebagian besar dalam bentuk panas. Energi panas pada sistem non biologik menggunakan energi panas untuk melangsungkan proses kehidupan dan dapat diubah menjadi energi mekanik atau energi listrik. Sedangkan pada sistem biologik bersifat isotermik dan menggunakan energi kimia untuk memberikan tenaga bagi proses kehidupan.

Organisme hidup memperoleh energi dari bahan organik dan anorganik; yaitu ATP dapat disintesis dari berbagai prekursor biokimia. Manusia yang merupakan makhluk heterotrof harus mengonsumsi senyawa organik, berupa karbohidrat, lemak, dan protein. Sumber makanan yang

atau konsekuensi dari kerusakan mitokondria sering kali merupakan sebuah tujuan. Banyak penyakit dimana obat bioenergi sedang atau akan digunakan memiliki cacat mitokondria primer atau sekunder. Dibingkai dengan cara ini, pengobatan bioenergi sebenarnya hanyalah hal lain strategi pengobatan mitokondria.

Manipulasi fluks pada bagian lain, mungkin menargetkan proses non-mitokondria untuk mencapai target hasil pada bagian non-mitokondria. Selanjutnya, walaupun mitokondria berperan penting bagi bioenergi sel, jalur dan infrastruktur bioenergi melampaui peran mitokondria. Meningkatkan fungsi mitokondria yang tidak berfungsi dengan baik dapat meningkatkan hasil yang baik, namun hal ini mungkin bukan tujuan utama intervensi. Beberapa penyakit yang mana pengobatan bioenergi mungkin berlaku, mitokondria itu sendiri akan normal, atau ada perubahan yang dapat diamati pada fungsi mitokondria dimana mitokondria bisa mencerminkan adaptasi normal terhadap lingkungan sel yang abnormal. Berdasarkan dari hal ini, pengobatan bioenergi memerlukan tahapan dan penelitian yang lebih lanjut (Swerdlow, 2014).

Manipulasi fluks bioenergi sel berdampak pada infrastruktur yang mendukung fluktuasi, tingkat energi, konsentrasi zat organik antara, redoks dan jalur yang dirasakan dan merespons parameter ini. Manipulasi fluks bioenergi dapat mempengaruhi kesehatan manusia (Swerdlow, 2014).

Pendekatan pengobatan bioenergi bisa bermanfaat bagi individu dengan penyakit yang relevan masih harus ditinjau lebih jauh dengan banyaknya penelitian dan data, namun bidang bioenergitika memiliki potensi untuk dapat diterapkan di bidang kesehatan (Swerdlow, 2014).

## **F. Daftar Pustaka**

Bonnefont, J. P. *et al.* (2004) 'Carnitine Palmitoyltransferases 1 and 2: Biochemical, Molecular and Medical Aspects', *Molecular Aspects of Medicine*, 25(5-6), pp. 495-520. doi: 10.1016/j.mam.2004.06.004.

- E Lezi, Jianghua Lu, J. Eva Selfridge, J. M. B. and R. H. S. (2013) 'Lactate Administration Reproduces Specific Brain and Liver Exercise-Related Changes', *J Neurochem*, 127(1), pp. 97-100. doi: 10.1111/jnc.12394.Lactate.
- Filosto, M. *et al.* (2007) 'Neuropathology of Mitochondrial Diseases', *Bioscience Reports*, 27(1-3), pp. 23-30. doi: 10.1007/s10540-007-9034-3.
- Hill, B. G. *et al.* (2020) 'Bioenergetics and Translational Metabolism: Implications for Genetics, Physiology And Precision Medicine', *Biol Chem*, 401(1), pp. 3-29. doi: 10.1515/hsz-2019-0268.Bioenergetics.
- Howell, N. (1998) 'Leber Hereditary Optic Neuropathy: Respiratory chain dysfunction and degeneration of the optic nerve', *Vision Research*, 38(10), pp. 1495-1504. doi: 10.1016/S0042-6989(97)00444-6.
- Lucia, A. *et al.* (2008) 'McArdle Disease: What do Neurologists Need to Know?', *Nature Clinical Practice Neurology*, 4(10), pp. 568-577. doi: 10.1038/ncpneuro0913.
- Mondal, S. (2017) 'Bioenergetics'. doi: 10.13140/RG.2.2.25798.78406.
- Russell H. Swerdlowa, Jeffrey M. Burnsa, and S. M. K. (2014) 'The Alzheimer's Disease Mitochondrial Cascade Hypothesis: Progress and Perspectives', *Biochim Biophys Acta*, 1842(8), pp. 1219-1231. doi: 10.1016/j.bbadis.2013.09.010.The.
- Shoffner, J. M. *et al.* (1990) 'Myoclonic Epilepsy and Ragged-Red Fiber Disease (MERRF) is Associated With A Mitochondrial DNA tRNALys Mutation', *Cell*, 61(6), pp. 931-937. doi: 10.1016/0092-8674(90)90059-N.
- Swerdlow, R. H. (2009) 'The Neurodegenerative Mitochondriopathies', *Journal of Alzheimer's Disease*, 17(4), pp. 737-751. doi: 10.3233/JAD-2009-1095.

- Swerdlow, R. H. (2012) 'Mitochondria and Cell Bioenergetics: Increasingly Recognized Components And A Possible Etiologic Cause Of Alzheimer's Disease', *Antioxidants and Redox Signaling*, 16(12), pp. 1434-1455. doi: 10.1089/ars.2011.4149.
- Swerdlow, R. H. (2014) 'Bioenergetic Medicine', *British Journal of Pharmacology*, 171(8), pp. 1854-1869. doi: 10.1111/bph.12394.
- Swerdlow, R. H. and Khan, S. M. (2004) 'A "Mitochondrial Cascade Hypothesis" for Sporadic Alzheimer's Disease', *Medical Hypotheses*, 63(1), pp. 8-20. doi: 10.1016/j.mehy.2003.12.045.

# BAB

# 2

# AIR DAN MINERAL

Eni Kartika Sari, M.Sc.

## A. Air

Air merupakan salah satu kekayaan alam yang sangat penting bagi semua organisme hidup karena diperlukan untuk keberlangsungan hidup manusia. Manusia membutuhkan air untuk berbagai keperluan sehari-hari seperti konsumsi makanan dan minuman, transportasi, pembangkit listrik, pertanian, peternakan, dan sejumlah aktivitas lainnya (Saruddin, 2010). Menurut aturan yang diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 09/PRT/M/2015 tentang pemanfaatan sumber air, istilah "air" merujuk pada segala bentuk air yang ditemukan dalam sumber-sumber air, termasuk air yang berada di permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah (Zulhilmi dkk., 2019).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tahun 1990 tentang mutu air menegaskan bahwa air memiliki peran penting dalam kehidupan, sehingga manusia berupaya untuk memperoleh pasokan air yang mencukupi untuk kebutuhan mereka sendiri. Namun, seringkali air yang digunakan tidak sehat karena mengandung mikroorganisme penyebab penyakit atau senyawa-senyawa tertentu yang dapat membahayakan kelangsungan hidup manusia (Liana dkk., 2018). Kualitas air bisa dinilai berdasarkan berbagai parameter, seperti temperatur, kekeruhan, dan kandungan padatan terlarut. Parameter kimia, seperti derajat keasaman (pH), oksigen terlarut, kadar logam, BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan parameter biologi

### **Kelebihan**

- a) Ketersediaan Zn yang berlebih dalam tubuh mengakibatkan penurunan absorpsi tembaga hingga dua hingga tiga kali lipat.
- b) Kelebihan Zn, bahkan hingga sepuluh kali lipat, mempengaruhi proses metabolisme kolesterol dengan mengubahnya menjadi profil lipoprotein, yang dapat mempercepat perkembangan aterosklerosis.
- c) Kondisi kelebihan Zn hingga 2 gr atau lebih akan mengakibatkan gejala seperti demam, muntah, anemia, kelelahan dan masalah reproduksi.

### **Kekurangan**

- a) Defisiensi seng mengakibatkan pertumbuhan yang tidak optimal pada tubuh, sehingga menyebabkan kondisi kerdil.
- b) Defisiensi seng dapat menyebabkan gangguan dan keterlambatan dalam pertumbuhan dan kedewasaan seksual, seperti gangguan pencernaan, disfungsi pankreas, gangguan pembentukan kilomikron, dan gangguan pada permukaan sistem pencernaan.
- c) Ketidacukupan seng dapat merusak kinerja system saraf pusat dan kinerja otak
- d) Defisiensi seng dapat mengganggu metabolisme tubuh, termasuk ketidakcukupan vitamin A, kerusakan kelenjar tiroid, rusaknya pola makan, dan penundaan dalam proses penyembuhan luka.

## **C. Daftar Pustaka**

- Achmad R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Jakarta: ANDI Yogyakarta
- Agustini, R., 2019. *Mineral: Fungsi Dan Metabolismenya*. Surabaya: Karunia.
- Almatsier, S. 2011. *Gizi seimbang dalam daur kehidupan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Asmadi, Khayan, Kasjono H.S. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Asyfiradayati. R., Wulandari. W. dan Porusia. M 2019. *Konsep Dasar Kesehatan Lingkungan*. Muhammadiyah University Press.
- Bawoleng, A., Amisi, M. D., dan Sanggelorang, Y. 2022. Gambaran Kecukupan Mineral Makro pada Tenaga Pendidik dan Kependidikan Fakultas Pendahuluan Mineral adalah unsur an-organik tunggal yang tersebar luas di alam. Pada bentuk ion aktif (dengan muatan positif atau negatif mineral berperan dalam aneka maca. *Jurnal KESMAS*, 11(4), 73–81.
- Ischak, N.I., Salimi, Y.K. dan Botutiiihe, D. 2017 . *Biokima Dasar*. UNG Prees.
- Koshland, D.E. 1958. "Application of a Theory of Enzyme Specificity to Protein Synthesis." *Proc Natl Acad Sci*. 44 (2): 98-104.
- Kusnaedi.2010. *Mengelola Air Kotor untuk Air Minum*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Lehninger, A.L., 1982. *Dasar-dasar Biokimia*, Jilid 1, Alih bahasa Maggi Thenawijaya, Erlangga: Jakarta.
- Mualianawati. D. dan Lembang. M.S. 2022. *Kualitas Air Akuakultur*. Syiah Kuala University Press.
- Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry (NC-IUB). 1984. Enzyme nomenclature. Supplement 1: Corrections and additions. *Eur J Biochem*. 1986 May 15;157(1):1-26.
- Notoatmodjo, S. 2003. *Kesehatan Masyarakat Ilmu dan Seni*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Pelczar, M.J. dan Chan, E.C.S., 2005, *Dasar-Dasar Mikrobiologi*, Jilid I Penerjemah Hadiotomo, R.S., Imas, T., Tjitrosomo, S.S., dan Angka, S.L., UI-Press, Jakarta
- Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*. UI Press. Jakarta.
- Prana, M. J. S. S. 2015. Sifat Fisik dan Kimia Air dalam Berbagai Industri. *Researchgate*, 1(10), 1–5.

- Saruddin. 2010. Pemanfaatan Air Tanah dan Dangkal Sebagai Sumber Air Bersih di Kampus Bumi Bahari Palu. *Jurnal Smartek*, 8(2): 143 - 152.
- Slamet, 2002. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suniati, S dan Hendrajaya. L.2015. Fisika Air Sebagai Peradaban Manusia (Tinjauan Sifat Merekam Dari Air Paramagnetik)
- Sutisna dan Mentari. W.D. 2021. *Pengelolaan Saluran Pembuangan Air Limbah*. Penerbit NEM.
- Zulhilmi, Efendy, I., Syamsul, D. dan Idawati. 2019. Faktor yang Berhubungan Tingkat Konsumsi Air Bersih pada Rumah Tangga di Kecamatan Peudada Kabupaten Bireun.



# BAB

# 3

# ENZIM

Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D

## A. Pendahuluan

Enzim adalah zat yang berfungsi sebagai penggerak atau mempercepat reaksi dalam tubuh makhluk hidup, baik itu dalam pembentukan zat baru atau pemecahan zat (Gambar 3.1). Enzim bisa didapatkan dari dalam sel dan bisa digunakan untuk mempercepat banyak proses penting di industri, seperti pembuatan pemanis, modifikasi antibiotik, hingga dalam produk pembersih dan deterjen. Enzim juga sangat penting dalam bidang medis, forensik, dan lingkungan, misalnya dalam alat tes atau pengujian. Seorang ilmuwan Jerman bernama Wilhelm Kühne adalah orang pertama yang menggunakan istilah 'enzim' pada tahun 1878 untuk menggambarkan bagaimana ragi bisa mengubah gula menjadi alkohol, dan nama 'enzim' sendiri berasal dari bahasa Yunani yang artinya 'dalam ragi'.

Di akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20, banyak kemajuan dalam mengekstrak dan memanfaatkan enzim secara komersial. Namun, baru pada tahun 1920-an diketahui bahwa enzim itu sebenarnya berupa protein, yang merupakan penemuan besar karena sebelumnya banyak yang berpikir enzim bukanlah protein. Ini membuka pemahaman baru tentang bagaimana enzim bekerja dalam berbagai proses biologis dan industri. Pada tahun 1980-an, ditemukan bahwa tidak hanya protein, beberapa jenis RNA juga bisa berfungsi sebagai katalis, yang disebut ribozim. Ribozim ini sangat penting dalam proses

## I. Daftar Pustaka

- Ferrier, D.R. (2014) 'No Title', in Biokimia. Edisi 6 Ji. Binarupa Aksara, Jakarta.
- Finberg, J.P.M. and Rabey, J.M. (2016) 'Inhibitors of MAO-A and MAO-B in Psychiatry And Neurology', *Frontiers in Pharmacology*, 7, p. 209773.
- Murray, R.K.D.K.G.V.W.R. (2009) 'No Title', in Biokimia Harper Ed.27, pp. 152-94.
- Nelson, D.L., and Cox, M.. (2017) No Title. 7th ed. Ne, Lehninger Principles of Biochemistry. 7th ed. Ne.
- Patadiya, N., Panchal, N. and Vaghela, V. (2021) 'A review on enzyme inhibitors', *Int. Res. J. Pharm*, 12(6), pp. 60-66.
- Robinson, P.K. (2015) 'Enzymes: Principles And Biotechnological Applications', *Essays in biochemistry*, 59, p. 1.
- Tymoczko, J.L., Berg, J.M. and Stryer, L. (2011) *Biochemistry: a Short Course*. Macmillan.
- Youdim, M.B.H. and PM Finberg, J. (1994) 'Pharmacological Actions Of L-Deprenyl (Selegiline) And Other Selective Monoamine Oxidase B Inhibitors', *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 56, pp. 725-733.

# BAB 4

## BIOKIMIA JARINGAN

Prof. Dr. Syamsulina Revianti, drg., M.Kes.,PBO

### A. Pendahuluan

Tubuh manusia terdiri dari sel, jaringan dan cairan tubuh. Jaringan tersusun atas sekelompok sel serupa dan fungsi yang sama sebagai satu kesatuan (Sathananthan, 2015). Bahan antar sel, yang disebut matriks ekstraseluler mengisi ruang antar sel. Matriks ekstraseluler mengandung zat khusus seperti garam dan serat yang spesifik untuk jaringan tertentu dan memberikan karakteristik khas pada jaringan tersebut. Selain itu juga terdapat protein, kristal apatit, kolagen, dan serat myelin yang berukuran nanometer. Masing-masing dirancang untuk fungsi tertentu dan semuanya saling bekerja sama untuk berkontribusi dalam memelihara homeostasis, sehingga tercipta kesehatan tubuh manusia secara keseluruhan. Bila terjadi gangguan pada tingkat seluler sebagai bagian dari struktur jaringan maka dapat menyebabkan timbulnya kondisi patologis (Biga *et al.*, 2019).

Ada empat jenis jaringan utama dalam tubuh: epitel, ikat, otot, dan saraf (Sathananthan, 2015). Pemahaman tentang berbagai jenis jaringan primer yang terdapat dalam tubuh manusia sangat penting untuk memahami struktur dan fungsi organ yang tersusun dari dua atau lebih jenis jaringan primer (Ahern, Rajagopal and Tan, 2014; Biga *et al.*, 2019). Bab ini memberikan gambaran umum tentang struktur dasar, fisiologi, dan biokimia jaringan tubuh manusia.

organ reproduksi, pembuluh darah, dan bahkan di kulit (Biga *et al.*, 2019).

Jaringan otot mengandung protein kontraktil khusus yang disebut aktin dan miosin yang berinteraksi sehingga menimbulkan gerakan. Di antara banyak protein otot lain yang ada adalah dua protein pengatur, troponin dan tropomyosin (Sathananthan, 2015; Biga *et al.*, 2019). Sub-kategorisasi jaringan otot juga dimungkinkan, bergantung pada kandungan mioglobin, mitokondria, dan miosin ATPase, dll. Ada juga asam  $\alpha$ -amino yang ditemukan dalam sel yang tidak dimasukkan ke dalam protein. Yang umum termasuk ornithine dan citrulline. Kedua senyawa ini merupakan perantara dalam siklus urea. Ornithine adalah prekursor metabolik arginin dan citrulline dapat diproduksi melalui pemecahan arginin. Reaksi terakhir menghasilkan oksida nitrat, sebuah molekul pemberi sinyal penting. Citrulline adalah produk sampingan metabolisme. Kadang-kadang digunakan sebagai suplemen makanan untuk mengurangi lemak otot (Ahern, Rajagopal and Tan, 2014).

## F. Daftar Pustaka

- Ahern, Rajagopal and Tan (2014) 'Biochemistry Free For All', *Toxicological Sciences*, 137(2), p. NP-NP. Available at: [https://academic.oup.com/toxsci/article/1676330/Table\\_of\\_Contents](https://academic.oup.com/toxsci/article/1676330/Table_of_Contents).
- Barros, C.S., Franco, S.J. and Müller, U. (2011) 'Extracellular Matrix: Functions in the nervous system', *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 3(1), pp. 1-24. Available at: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a005108>.
- Biga, L.M. *et al.* (2019) *Anatomy and Physiology*. 1st edn, Oregon State University. 1st edn. Available at: <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0940.1000197>.
- Kurn, H. and Daly, D.T. (2024) 'Histology, Epithelial Cell.', in. *Treasure Island (FL)*.
- Nezwek, T.A. and Varacallo, M. (2024) 'Physiology, Connective Tissue.', in. *Treasure Island (FL)*.

- Salas, P.J., Forteza, R. and Mashukova, A. (2016) 'Multiple Roles For Keratin Intermediate Filaments In The Regulation Of Epithelial Barrier Function And Apico-Basal Polarity', *Tissue Barriers*, 4(3), pp. 1-17. Available at: <https://doi.org/10.1080/21688370.2016.1178368>.
- Sathananthan, H.A. (2015) 'Human Cell And Tissue Fine Structure For Teaching And Research In Stem Cells. Tom 1', (September), pp. 100-101.
- Shenoy, M. *et al.* (2022) 'Collagen Structure, Synthesis, and Its Applications: A Systematic Review', *Cureus*, 14(5). Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.24856>.

# BAB

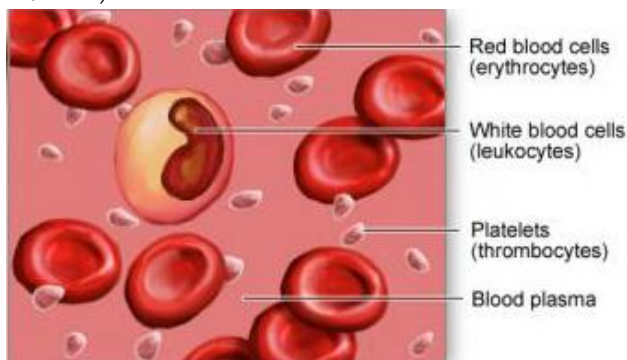
# 5

## BIOKIMIA DARAH

Dr. Dessy Arisanty, M.Sc

### A. Pendahuluan

Darah merupakan cairan khusus jaringan ikat yang, terdiri atas plasma dan elemen-elemen pembentuknya (eritrosit, leukosit, dan trombosit). Meskipun volume darah tergolong kecil dibandingkan dengan total volume cairan ekstraseluler (70 ml/kg BB). Darah terdiri atas 55% plasma darah dan 45% elemen-elemen pembentuknya. Plasma darah berbentuk cairan berwarna kuning muda dan agak keruh. Lebih dari 90% plasma darah adalah air, sementara sisanya sekitar 10% terdiri dari zat terlarut, terutama protein. Elektrolit, vitamin, dan nutrisi seperti glukosa dan asam amino juga terdapat dalam plasma darah. Sebagian besar partikel padat dalam darah, yaitu 99% merupakan sel darah merah. Sisanya terdiri dari sel darah putih yang berwarna pucat atau tidak berwarna, serta trombosit (IQWiG, 2019).



**Gambar 5. 1** Komponen Darah di dalam Sirkulasi Darah

## K. Penutup

Biokimia darah menunjukkan proses yang terjadi di dalam tubuh. Ketika jaringan berbeda rusak, sel-sel yang rusak melepaskan tingkat enzim tertentu, yang dapat dideteksi oleh peralatan. Ini membantu mengalokasikan masalah. Juga jika organ tertentu tidak membuang produk limbah tertentu, hal ini dapat menunjukkan bahwa organ tersebut tidak berfungsi dengan baik.

Pemeriksaan biokimia darah adalah proses medis yang penting untuk menentukan tingkat keparahan penyakit dan disfungsi organ. Produk metabolisme pada kondisi tertentu akan bisa tereksresi ke dalam sirkulasi darah. Sehingga metabolit ini bisa dijadikan marker dalam menentukan kondisi tertentu seseorang. Dan secara langsung akan memberikan gambaran umum dan perspektif tentang pemetaan biokimia darah pada tingkat sel.

## L. Daftar Pustaka

- Artacho, P., Soto-Gamboa, M., Verdugo, C., & Nespolo, R. F. (2007). Blood Biochemistry Reveals Malnutrition In Black-Necked Swans (*Cygnus Melanocoryphus*) Living In A Conservation Priority Area. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*, 146(2), 283–290. <https://doi.org/10.1016/J.CBPA.2006.10.031>
- Ashton, N. (2013). Physiology Of Red And White Blood Cells. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 14(6), 261–266. <https://doi.org/10.1016/J.MPAIC.2013.03.001>
- Bayot, M. L., & Tadi, P. (2023). Laboratory Tube Collection. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555991/>
- Burton, D., & Burton, M. (2017). *Transport: blood and circulation*. 1. <https://doi.org/10.1093/OSO/9780198785552.003.0005>

- Carter, L. (2018). What are the Components of Blood and Their Functions? Retrieved October 15, 2018, from <https://www.phlebotomyexaminer.com/components-blood-functions/>
- Gaw, A., Murphy, M. J., Srivastava, R., Cowan, R. A., & O'Reilly, D. St. J. (2013). Clinical Biochemistry 5th Edition. In Elsevier. <https://www.uk.elsevierhealth.com/clinical-biochemistry-e-book-9780702054143.html>
- Gordon-Smith, T. (2013). Structure and Function of Red and White Blood Cells. *Medicine (United Kingdom)*, 41(4), 193–199. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2013.01.023>
- IQWiG. (2019). What Does Blood Do? Institute for Quality and Efficiency in Health Care. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279392/>
- Mathew, J., Sankar, P., & Varacallo, M. (2023). Physiology, Blood Plasma. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK531504/>
- Russell, N. J., Powell, G. M., Jones, J. G., Winterburn, P. J., & Basford, J. M. (1982). Blood Biochemistry. In *Blood Biochemistry*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-7892-1>
- Schmidt R, Lang F, Heckmann M. 2017. *Physiologie des Menschen: Mit Patofysiologi*. Heidelberg- Springer · 2017. ISBN 978-3-540-32910-7.
- Tigner, A., Ibrahim, S. A., & Murray, I. V. (2022). Histology, White Blood Cell. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563148/>
- Vidarsson G, Dekkers G, Rispens T. IgG Subclasses and Allotypes: From Structure To Effector Functions. *Frontiers in Immunology* 2014; 5: article 520. <https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2014.00520/full>



# BAB

# 6

# ASAM-BASA

dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D

## A. Pendahuluan

Asam dan basa merupakan zat penting dalam kesehatan, industri, dan lingkungan. Satu ciri asam yang paling umum adalah rasanya yang asam. Rasa lemon dan anggur yang asam karena mengandung asam seperti asam sitrat dan askorbat (vitamin C). Manusia memproduksi asam laktat di otot saat berolahraga. Rasa cuka juga asam karena mengandung asam asetat. Asam dari bakteri mengubah susu menjadi asam dalam produksi yogurt dan keju. Asam klorida yang ada di perut kita membantu kita mencerna makanan. Terkadang kita menggunakan antasida, yang bersifat basa seperti natrium bikarbonat atau susu magnesia, untuk menetralisir efek dari terlalu banyak asam lambung. (Qiu, 2023)

Tubuh perlu menjaga keseimbangan asam dan basa. Keseimbangan asam-basa mengacu pada bahan kimia dan proses fisiologis yang mempertahankan ion hidrogen ( $H^+$ ) dalam cairan tubuh pada kadar yang kompatibel dengan fungsi normal tubuh. Upaya ini sangat penting karena fakta bahwa reaksi yang menghasilkan ion  $H^+$  dan reaksi yang membutuhkan  $H^+$  terjadi secara terus menerus di dalam tubuh manusia. (Shaw and Gregory, 2022)

Banyak proses biokimia yang memerlukan konsentrasi optimal ion  $H^+$ . Perubahan konsentrasi ion  $H^+$  sangat mempengaruhi aktivitas katalitik enzim. Kontraksi miokard, tonus pembuluh darah, sistem saraf pusat, dan sebagainya

## F. Kesimpulan

Asam dan basa adalah senyawa yang berperan penting dalam kehidupan. Terdapat beberapa teori tentang asam basa, seperti teori Arrhenius, teori Brønsted-Lowry, dan teori Lewis. Kekuatan asam basa ditentukan oleh derajat ionisasinya. Tubuh perlu mempertahankan keseimbangan asam basa karena merupakan salah satu upaya homeostasis tubuh. Terdapat beberapa mekanisme yang berperan untuk mempertahankan keseimbangan asam basa tubuh, yaitu buffer fisiologis, kompensasi paru, dan kompensasi ginjal. Apabila terjadi gangguan keseimbangan asam basa, dapat menimbulkan kondisi seperti asidosis metabolik, alkalosis metabolik, asidosis respiratorik, dan alkalosis respiratorik.

## G. Daftar Pustaka

- Brandis, K., 2024. *Acid-Base Physiology*, 1st ed. California.
- Gutowski, Ł., Gutowska, K., Brożek, A., Nowicki, M., Formanowicz, D., Golubnitschaja, O., 2021. Clinical Medicine ABG Assistant-Towards an Understanding of Complex Acid-Base Disorders. *J Clin Med* 10, 1516. <https://doi.org/10.3390/jcm>
- Hamilton, P.K., Morgan, N.A., Connolly, G.M., Maxwell, A.P., 2017. Understanding Acid-Base Disorders. *Ulster Med J* 86, 161-166.
- Imenez Silva, P.H., Mohebbi, N., 2022. Kidney Metabolism And Acid-Base Control: Back To The Basics. *Pflugers Arch*. <https://doi.org/10.1007/s00424-022-02696-6>
- Lobo, D.N., Lewington, A.J.P., Allison, S.P., 2013. *Basic Concepts Of Fluid And Electrolyte Therapy*. Medizinische Verlagsgesellschaft.
- Michelle Oosthuizen, N., 2012. Approach To Acid-Base Disorders-A Clinical Chemistry Perspective. *CME* 30, 1-6.
- Qiu, X., 2023. Sour and Tangy: The Importance Of Acids In Food And Their Impact On Health. *Journal of Food Technology and Preservation* 7, 173. <https://doi.org/10.35841/2591-796X-7.3.173>

- Quade, B.N., Parker, M.D., Occhipinti, R., 2021. The Therapeutic Importance Of Acid-Base Balance. *Biochem Pharmacol.* <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114278>
- Seifter, J.L., Chang, H.-Y., 2016. Disorders of Acid-Base Balance: New Perspectives. *Kidney Diseases* 2, 170–186. <https://doi.org/10.1159/000453028>
- Shaw, I., Gregory, K., 2022. Acid-Base Balance: A Review Of Normal Physiology. *BJA Educ.* <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2022.06.003>
- Singh, V., Khatana, S., Gupta, P., 2013. Blood Gas Analysis For Bedside Diagnosis. *Natl J Maxillofac Surg* 4, 136. <https://doi.org/10.4103/0975-5950.127641>
- Verma, A.K., 2010. The Interpretation Of Arterial Blood Gases. *Aust Prescr* 33, 1–6.

# BAB 7

## METABOLISME KARBOHIDRAT

Muhammad Yashir, S.E., M.KM

### A. Pendahuluan

Topik bahasan dalam bab ini adalah metabolisme karbohidrat dimana fungsi utamanya adalah menghasilkan energi dalam bentuk senyawa yang mengandung ikatan fosfat yang tinggi. Kelainan metabolisme seringkali disebabkan oleh kelainan gen yang mengakibatkan hilangnya enzim tertentu yang diperlukan untuk merangsang suatu proses metabolisme. Karbohidrat sebagai “tonggak kehidupan” bagi kebanyakan organisme. Karbohidrat dalam bentuk gula dan pati dilambangkan bagian utama kalori total yang dikonsumsi (diit) manusia dan bagi kebanyakan kehidupan hewan, seperti berbagai mikroorganisme (Wahyuni, 2013).

Karbohidrat merupakan senyawa karbon, hidrogen, dan oksigen yang terdapat di alam. Banyak karbohidrat mempunyai rumus empiris  $(CH_2O)_n$  misalnya glukosa. Senyawa ini pernah disangka “hidrat dari karbon”, sehingga disebut karbohidrat. Karbohidrat sangat beraneka ragam sifatnya, salah satu perbedaan utama antara berbagai tipe karbohidrat adalah ukuran molekulnya (Fessenden, 1992).

Karbohidrat adalah polihidroksi aldehyd atau keton. Nama karbohidrat berasal dari kenyataan bahwa kebanyakan senyawa golongan ini mempunyai rumus empiris, yang menunjukkan bahwa senyawa tersebut adalah karbon “hidrat”, dan memiliki nisbah karbon terhadap oksigen sebagai 1: 2: 1.

1. Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT): Hasil pemeriksaan glukosa plasma puasa Antara 100-125 mg/dl dan pemeriksaan TTGO glukosa plasma 2 jam <140 mg/dL
2. Toleransi Glukosa Terganggu (TGT): Hasil pemeriksaan glukosa plasma 2 jam setelah TTGO Antara 140-199 mg/dL dan glukosa plasma puasa <100 mg/dL.

#### **D. Daftar Pustaka**

- Baron, D. N, 1982; Kapita Selektta Patologi Klinik. Jakarta; Edisi 4-EGC.
- Fessenden, Ralph J. and Fessenden, Joan. S.,1992, Kimia Organik, Erlangga. Jakarta.
- Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, 2021 "Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa Di Indonesia" PB PERKENI.
- Wahyuni, Sri.,2013; Metabolisme Biokimia. Cetakan Pertama-Udayana University Press

# BAB 8

## METABOLISME LEMAK

*Kartika Rahma, S.Si., M.Si.*

### **A. Pendahuluan**

Pemahaman tentang metabolisme lemak memainkan peran kunci dalam menjaga keseimbangan energi dan fungsi tubuh manusia. Lemak adalah salah satu makronutrien yang esensial, dan metabolismenya memiliki dampak langsung terhadap kesehatan kita. Melalui proses metabolisme lemak, tubuh manusia menghasilkan energi yang diperlukan untuk berbagai aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, memahami bagaimana lemak dipecah dan digunakan sebagai sumber energi dapat memberikan wawasan yang mendalam tentang mekanisme dasar tubuh manusia.

Selain itu, keterlibatan metabolisme lemak juga berkaitan erat dengan masalah kesehatan utama, termasuk obesitas dan penyakit terkait seperti diabetes tipe 2 dan penyakit jantung. Lemak mendapat asumsi buruk karena dianggap sebagai penyebab utama obesitas di seluruh dunia. Makanan cepat saji sering kali dituding menjadi faktor pemicu obesitas karena kandungan nutrisi yang rendah, tingginya kalori, dan kecenderungan untuk mengonsumsi dalam porsi yang berlebihan. Hal ini menyebabkan peningkatan indeks massa tubuh (BMI), akibatnya, kenaikan lemak berlebih banyak dikaitkan dengan berbagai risiko kesehatan. Pembelajaran tentang metabolisme lemak dapat memberikan informasi yang diperlukan untuk mengembangkan strategi pencegahan dan penanganan yang efektif terhadap masalah-masalah kesehatan

## F. Daftar Pustaka

- Bayly, G.R. (2014) 'Lipids And Disorders Of Lipoprotein Metabolism', dalam *Clinical Biochemistry: Metabolic and Clinical Aspects: Third Edition*. 3rd edn, hal. 702-736.
- Baynes, J.W. (2023) 'Fatty Acid and Triglyceride Catabolism', dalam *Medical Biochemistry*. 6th edn. United States: Elsevier Limited., hal. 143-151.
- Chandel, N.S. (2021) 'Lipid Metabolism', *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 13(9), hal. 1-20.
- Dominiczak, M.H. (2023) 'Biosynthesis of Cholesterol and Steroids', dalam *Medical Biochemistry*. 6th edn. United States: Elsevier Limited., hal. 181-195.
- Litwack, G. (2022) 'Lipids', dalam *Human Biochemistry*. 2nd edn. London, UK: Elsevier Inc., hal. 227-285.
- Marsh, D. (2013) *Handbook of Lipid Bilayers*. 2nd edn. Boca Raton, Florida, US: CRC press.
- Marshall, W.J. *et al.* (2014) 'Triglycerides', dalam *Clinical Biochemistry: Metabolic and Clinical Aspects: Third Edition*. 3rd edn. London, UK: Elsevier Ltd, hal. 1-932.

# BAB 9

## METABOLISME ASAM AMINO

Ayu Puspitasari, ST, M.Si

### A. Pendahuluan Asam Amino

Asam amino adalah molekul organik yang merupakan komponen dasar atau *building blocks* dari protein. Untuk membentuk suatu protein, asam-asam amino berikatan dengan ikatan peptida. Asam amino mempunyai sebuah gugus amino ( $-NH_2$ ) dan sebuah gugus asam karboksilat ( $-COOH$ ) yang terikat pada satu atom karbon yang disebut atom karbon  $\alpha$ . Selain itu, terdapat sebuah gugus samping yang berbeda-beda ( $-R$ ) untuk setiap asam amino. Protein hanya terdiri dari jenis L-asam amino, namun mikroorganisme menghasilkan peptida yang mengandung baik asam D-amino maupun asam L-amino. Protein terdiri dari lebih 100 asam amino, sedangkan peptida adalah polimer pendek asam amino yang terdiri dari 2 - 100 asam amino. Secara umum, ada 20 jenis asam amino yang ditemukan dalam semua protein, dan sudah ditentukan kode genetiknya. Dari 20 jenis tersebut, 9 di antaranya disebut "asam amino esensial" karena tubuh manusia tidak dapat mensintesisnya sendiri dan harus memperolehnya dari makanan. Sementara 11 sisanya disebut "asam amino non-esensial" karena manusia dapat mensintesisnya sendiri di dalam tubuh.

Dalam sintesis protein, asam amino terhubung bersama oleh ikatan peptida untuk membentuk rantai panjang yang disebut polipeptida, yang kemudian melipat menjadi struktur protein aktif. Urutan dan struktur asam amino dalam protein



ikut membentuk epinefrin dan norepinefrin. Glutamat dapat membentuk neurotransmitter  $\gamma$ -aminobutirat (GABA). Proses pembentukan GABA melibatkan enzim yang disebut glutamat dekarboksilase (GAD). Fungsi penting GABA dalam tubuh adalah:

- 1) Membantu mengatur aktivitas neuron di otak dan sistem saraf pusat, mempengaruhi berbagai proses kognitif dan perilaku
- 2) Memiliki efek menenangkan dan dapat membantu mengurangi kecemasan dan stress
- 3) Mengatur siklus tidur dan bangun, dan suplemen gaba kadang-kadang digunakan untuk membantu mengatasi gangguan tidur

#### D. Daftar Pustaka

- Bailey, R., 2019. Thoughtco. [Online] Available at: <https://www.thoughtco.com/amino-acid-373556> [Accessed 19 March 2024].
- Bromke, M. A., 2013. Amino Acid Biosynthesis Pathways in Diatoms. *Metabolites*, Volume 3, pp. 294-311.
- Buxbaum, E., 2007. *Fundamental of Protein Structure And Function*. Second ed. s.l.: Springer.
- Farhana, N. *et al.*, 2022. *Seed Biology and Phytochemistry for Sustainable Future*. s.l.: InTechOpen.
- Holatko, J., Nešvera, J., Pátek, M. & Ruklisha, M., 2010. Factors Enhancing L-Valine Production By The Growth-Limited L-Isoleucine Auxotrophic Strain *Corynebacterium Glutamicum*  $\Delta$ ilvA  $\Delta$ panB ilvNM13 (pECKAilvBNC). *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 37(689), p. 699.
- Lehninger, A. L., Nelson, D. L. & Cox, M. M., 2000. *Lehninger Principles Of Biochemistry*. New York: Worth Publishers.
- Li, P. & Wu, G., 2018. Roles Of Dietary Glycine, Proline, And Hydroxyproline In Collagen Synthesis And Animal Growth. *Amino Acids*, Volume 50.

- Lin, W. *et al.*, 2019. Comparative Transcriptome Analyses Revealed Differential Strategies Of Roots And Leaves From Methyl Jasmonate Treatment *Baphicacanthus Cusia* (Nees) Bremek And Differentially Expressed Genes Involved In Tryptophan Biosynthesis. *PLoS ONE*, 14(3).
- Murray, R. K., Granner, D. K. & Rodwell, V. W., 2006. *Biokimia Harper (Terjemahan)*. 27 ed. Jakarta: EGC.
- Murtas, G., Marcone, G. L., Sacchi, S. & Pollegioni, L., 2020. L-Serine Synthesis Via The Phosphorylated Pathway In Humans. *Cellular And Molecular Life Science*, Volume 77, pp. 5131-5148.
- Voet, D. J., Voet, J. G. & Pratt, C. W., 2008. *Principles Of Biochemistry*. Third ed. s.l.: Wiley.
- Yokoyama, M., n.d. *News Medical Life Science*. [Online] Available at: <https://www.news-medical.net/health/The-Urea-Cycle-Step-by-Step.aspx> [Accessed 21 March 2024].

# BAB 10 | SINTESIS PROTEIN

dr. Rifkind Malik, M. Biomed

## A. Pendahuluan

Protein merupakan satu dari beberapa makromolekul dalam sel dan komponen penting di lingkungan ekstra sel. Protein berperan penting bagi tubuh dalam berbagai aspek seperti peran enzimatik, struktural, transportasi, regulasi dan fungsi vital lainnya pada semua organisme (Tahmasebi *et al.* 2019)

Proses sintesis protein melalui proses transkripsi informasi genetik yang di “kodekan” *messenger* RNA (mRNA) dan memerlukan proses regulasi yang rumit dan kompleks karena perannya dalam berbagai proses homeostasis seluler, kelangsungan hidup sel, diferensiasi dan fungsi lainnya (Hershey, Sonenberg, and Mathews 2019)

Tahapan sintesis protein meliputi 1.) Transkripsi yaitu proses menyalin informasi genetik dari DNA ke RNA, dan terjadi di inti sel yang menghasilkan polinukleotida dan ini merupakan tahap dimulainya proses sintesis protein, sedangkan tahapan yang ke 2.) Translasi yaitu proses “menterjemahkan” urutan nukleotida ke urutan asam amino yang membentuk protein, proses ini terjadi di ribosom dalam sitoplasma yang menghasilkan polipeptida (Casamassimi and Ciccodicola 2019; Crick 1970)

Informasi dalam sintesis RNA tertentu terletak hanya pada salah satu dari kedua untai DNA. Untai yang mengandung informasi untuk membentuk molekul RNA dan yang ‘dibaca’

## D. Rangkuman

Alur informasi genetik diturunkan melalui serangkaian proses dari DNA yang kemudian ditranskripsikan ke RNA selanjutnya RNA ditranslasikan ke Protein. Informasi genetik ini menjadi landasan untuk menjelaskan berbagai defek atau cacat protein yang akan menyebabkan disfungsi fisiologis dan mungkin akan berakibat pada kelainan genetik, dan memberikan dasar bagi penegakan diagnosis bagi kelainan-kelainan genetik.

## E. Daftar Pustaka

- Barman, Priyanka, Divya Reddy, and Suresh R. Bhaumik. 2019. "Mechanisms of Antisense Transcription Initiation with Implications in Gene Expression, Genomic Integrity and Disease Pathogenesis." *Non-coding RNA* 5(1): 44–56.
- Casamassimi, Amelia, and Alfredo Ciccodicola. 2019. "Transcriptional Regulation: Molecules, Involved Mechanisms, and Misregulation." *International Journal of Molecular Sciences* 20(6).
- Crick, Francis. 1970. "Central Dogma of Molecular Biology." *Nature* 227(5258): 561–63.
- Hames, David and Nigel Hooper. 2005. "Section G - RNA Synthesis and Processing." In *Biochemistry Third Edition*, ed. B.D. Hames. Taylor & Francis, 195–235.
- Hershey, John W.B., Nahum Sonenberg, and Michael B. Mathews. 2019. "Principles of Translational Control." *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 11(9): 1–6.
- Jeffrey R. Patton, D. Margaret Hunt and Andrew Jamieson. 2014. "Ch 35 - Regulation of Gene Expression: Basic Mechanisms." In *Medical Biochemistry*, ed. John W. Baynes and Marek H. Dominiczak. Elsevier, 454–65.
- Jeffrey R Patton and Gary A Bannon. 2014. "Ch 34 - Protein Synthesis and Turn Over." In *Medical Biochemistry*, ed. John W Baynes and Marek H Dominiczak. Elsevier, 441–52.

- Lu, Fengjuan *et al.* 2017. "Regulatory Genes and Their Roles for Improvement of Antibiotic Biosynthesis in *Streptomyces*." *3 Biotech* 7(4): 1-15.
- Marchingo, Julia M., and Doreen A. Cantrell. 2022. "Protein Synthesis, Degradation, and Energy Metabolism in T Cell Immunity." *Cellular and Molecular Immunology* 19(3): 303-15.
- Marques, S, and Tiago F. Outeiro. 2013. "Epigenetics: Development and Disease." *Epigenetics: Development and Disease*, 61: 507-25. <http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-4525-4>.
- Michael Lieberman and Alisa Peet. 2018. "SECTION III-Gene Expression and the Synthesis of Proteins." In *Marks's Basic Medical Biochemistry - A Clinical Approach*, ed. Michael Lieberman and Alisa Peet. Wolters Kluwer, 477-507.
- Nudler, Evgeny. 2009. "RNA Polymerase Active Center: The Molecular Engine of Transcription." *Annual Review of Biochemistry* 78: 335-61.
- P. Anthony Weil. 2018a. "Section VII : Structure, Function, & Replication of Informational Macromolecules." In *Harper's Illustrated Biochemistry*, ed. David A. Bender Victor W. Rodwell, Peter J. Kennelly. Mc Graw Hill Education-LANGE, 374-92.
- — —. 2018b. "Section VII : Structure, Function, & Replication of Informational Macromolecules." In *Harper's Illustrated Biochemistry*, ed. P. Anthony Weil Victor W. Rodwell, David A. Bender, Kathleen M. Botham, Peter J. Kennelly. Mc Graw Hill Education-LANGE, 393-408.
- Roehm, J. Koolman and K.H. 2004. "Molecular Genetic." In *Color Atlas of Biochemistry*, ed. Jan and Klaus-Heinrich Roehm Koolman. Bios, 236-44.
- Tahmasebi, Soroush, Nahum Sonenberg, John W.B. Hershey, and Michael B. Mathews. 2019. "Protein Synthesis and Translational Control: A Historical Perspective." *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 11(9): 1-16.

Zrimec, Jan *et al.* 2021. "Learning the Regulatory Code of Gene Expression." *Frontiers in Molecular Biosciences* 8(June): 1-28.

# BAB 11

## SIKLUS ASAM SITRAT

dr. Kurnia Maidarmi Handayani, M. Biomed

### A. Pendahuluan

Mitokondria menghasilkan "siklus asam sitrat", yang juga disebut sebagai "siklus Krebs" atau "siklus asam trikarboksilat". Semua bahan bakar diuraikan oleh siklus metabolisme ini. Siklus ini mengoksidasi elektron asetil koenzim A (asetil-Ko-A), produk katabolisme lemak, karbohidrat, dan protein. Oksidasi ini menghasilkan koenzim yang tereduksi, yang kemudian digunakan melalui rantai transpor elektron untuk membentuk adenosin trifosfat (ATP). Siklus asam sitrat tidak menggunakan oksigen secara langsung dalam reaksinya; namun, untuk mengoksidasi kembali koenzim yang telah tereduksi, diperlukan metabolisme oksidatif dalam mitokondria. Siklus ini dikenal sebagai "amfibolik" karena dua fungsi utamanya: produksi energi dan biosintesis. (Baynes & Dominickzak, 2019; Rodwell *et al.*, 2019)

Selain itu, siklus asam sitrat terlibat dalam proses "glukoneogenesis" (sintesis glukosa dari asam amino dan laktat selama kelaparan dan puasa), dan "lipogenesis" (konversi karbohidrat menjadi lemak) setelah mengonsumsi makanan yang mengandung banyak karbohidrat. Selain itu, siklus asam sitrat berfungsi sebagai prekursor porfirin untuk sintesis heme dan sebagai sumber asam amino non-esensial seperti aspartat dan glutamat, yang disintesis langsung dari oksaloasetat,  $\alpha$ -ketoglutarat, dan suksinil Ko-A (Baynes & Dominickzak, 2019)

kebutuhan energi yang meningkat, seperti saat kontraksi otot, NAD<sup>+</sup> dan ADP mengumpul dan menstimulasi isositrat dehidrogenase (Ferrier, 2017; Lieberman & Peet, 2018)

Meskipun bukan enzim alosterik, kompleks  $\alpha$ -ketoglutarat dehidrogenase dihambat oleh produk NADH dan suksinil-KoA serta oleh GTP. Oleh karena itu, baik  $\alpha$ -ketoglutarat dehidrogenase maupun isositrat dehidrogenase menanggapi perubahan kadar relatif ADP dan laju oksidasi NADH melalui transpor elektron. Ca<sup>+2</sup> juga mengaktifkan kedua enzim ini. Pada otot jantung yang berkontraksi, dan mungkin jaringan otot lainnya, pelepasan Ca<sup>+2</sup> dari retikulum sarkoplasma selama kontraksi otot dapat mengaktifkan enzim-enzim ini lebih lanjut. Ini terjadi ketika ATP dihidrolisis dengan cepat (Ferrier, 2017)

Regulasi siklus asam sitrat bertujuan untuk dua hal: memastikan bahwa NADH diproduksi dengan cepat cukup untuk mempertahankan homeostasis ATP, dan mengontrol konsentrasi zat antara siklus asam sitrat. Misalnya, konsentrasi sitrat di hati meningkat ketika laju isositrat dehidrogenase turun, yang merangsang penghabisan sitrat ke sitosol. Di dalam sitosol, sitrat berfungsi sebagai penghambat PFK1, mengaktifkan sintesis asam lemak, dan menyediakan bahan untuk sintesis asam lemak lainnya. Keluarnya sitrat dari mitokondria menunjukkan bahwa ada banyak energi di dalamnya. Selain yang disebutkan sebelumnya, siklus asam sitrat memiliki beberapa interaksi peraturan yang mengontrol tingkat zat antara siklus asam sitrat dan fluksnya ke jalur yang berbatasan dengan siklus asam sitrat (Lieberman & Peet, 2018)

## F. Daftar Pustaka

- Baynes, J. W., & Dominickzak, M. H. (2019). *Medical Biochemistry* (5th ed.). Elsevier.
- Ferrier, D. R. (2017). *Lippincott Illustrated Reviews: Biochemistry* (S. Magee & C. Fahey, Eds.; 7th ed.). Wolsters Kluwer.



- Lieberman, M., & Peet, A. (2018). *Marks' Basic Medical Biochemistry A Clinical Approach* (5th ed.). Wolters Kluwer.
- Martínez-Reyes, I., & Chandel, N. S. (2020). Mitochondrial TCA cycle metabolites control physiology and disease. In *Nature Communications* (Vol. 11, Issue 1). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13668-3>
- Rodwell, V. W., Bender, D. A., Botham, K. M., Kennelly, P. J., & Weil, P. A. (2019). *Biokimia Harper*. Alih bahasa, Lilian Roman Manurung (M. Sukiman, K. Hafiarni, E. Y. Astrid, & M. Iskandar, Eds.; 31st ed.). EGC.

# BAB 12

## HORMON

Dr. Fathma Syahbanu, S.TP

### A. Pendahuluan

Hormon zat aktif biologis, yang dilepaskan ke dalam darah oleh kelenjar endokrin dan secara humoral (melalui darah, getah bening, air liur, cairan serebrospinal). Hormon mengatur metabolisme dan proses fisiologis. Hormon, sebagai pengatur fungsi tubuh secara alamiah, memainkan peran penting dalam pemeliharaan (Starka and Duskova, 2020). Hormon mempengaruhi semua proses kehidupan yang esensial, seperti pertumbuhan, metabolisme, perkembangan, pertahanan kekebalan tubuh, reproduksi, perilaku, dan adaptasi terhadap kondisi kehidupan. Efek hormonal pada proses metabolisme sel target terjadi melalui interaksi dengan reseptor tertentu. Definisi hormon telah diperluas selama beberapa dekade terakhir. Hormon yang disekresikan oleh kelenjar seperti adrenal, ovarium, paratiroid, hipofisis, testis, dan tiroid pada awalnya dianggap mewakili semua hormon yang relevan secara fisiologis. Dewasa ini, istilah-istilah hormon mengacu pada zat apa pun dalam suatu organisme yang membawa sinyal untuk menghasilkan semacam perubahan pada tingkat sel. Dengan demikian, hormon endokrin mewakili kelas hormon yang muncul dalam satu jaringan dan melakukan perjalanan yang cukup jauh melalui sirkulasi untuk mencapai target sel yang mengekspresikan reseptor sejenis. Hormon parakrin terbentuk dari sel dan menempuh jarak yang relatif kecil untuk berinteraksi dengan sesama reseptor pada sel tetangga lainnya.

## 12. Mekanisme Aksi dari Glukagon

Glukagon berikatan dengan reseptor G *protein-coupled* berafinitas tinggi pada membran sel hepatosit. Reseptor untuk glukagon berbeda dengan reseptor yang mengikat insulin atau epinefrin. [Catatan: Glukagon reseptor tidak ditemukan pada otot rangka]. Pengikatan glukagon menghasilkan aktivasi adenyl cyclase di membran plasma. Hal ini menyebabkan peningkatan cAMP (*the "second messenger"*), yang pada gilirannya, mengaktifkan cAMP-dependent protein Kinase dan meningkatkan fosforilasi enzim tertentu atau protein lain. Rangkaian peningkatan aktivitas enzim ini menghasilkan aktivasi atau penghambatan yang dimediasi oleh fosforilasi dari enzim pengatur utama yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat dan lipid (Habegger *et al.*, 2010; Haedersdal *et al.*, 2018; Kawamori and Sasaki, 2023).

### E. Daftar Pustaka

- Ahmad, K. (2014) 'Insulin Sources And Types: A Review Of Insulin In Terms Of Its Mode On Diabetes Mellitus', *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 34(2), pp. 234-237. doi:10.1016/s0254-6272(14)60084-4.
- Barret, K.E. (2010) *Ganong; s Review of Medical Physiology*. USA.
- F, Belenichev I., G.O. V (2015) 'Biochemistry of Hormones', pp. 1-78.

- Habegger, K.M. *et al.* (2010) 'The Metabolic Actions Of Glucagon', *Nat Rev Endocrinol*, 6(12), pp. 689–697. doi:10.1007/978-3-642-86241-0\_21.
- Haedersdal, S. *et al.* (2018) 'The Role of Glucagon in the Pathophysiology and Treatment of Type 2 Diabetes', *Mayo Clinic Proceedings*, 93(2), pp. 217–239. doi:10.1016/j.mayocp.2017.12.003.
- Kawamori, D. and Sasaki, S. (2023) 'Newly Discovered Knowledge Pertaining To Glucagon And Its Clinical Applications', *Journal of Diabetes Investigation*, 14(7), pp. 829–837. doi:10.1111/jdi.14009.
- Petersen, M.C. and Shulman, G.I. (2018) 'Mechanisms of insulin action and insulin resistance', *Physiological Reviews*, 98(4), pp. 2133–2223. doi:10.1152/physrev.00063.2017.
- Qaid, M.M. and Abdelrahman, M.M. (2016) 'Role Of Insulin And Other Related Hormones In Energy Metabolism – A review', *Cogent Food and Agriculture*, 2(1). doi:10.1080/23311932.2016.1267691.
- Starka, L. and Duskova, M. (2020) 'What Is a Hormone?', *Physiological Research*, 69, pp. S183–S185. doi:10.33549/physiolres.934509.
- Zofkova, I. (2018) 'Involvement Of Bone In Systemic Endocrine Regulation.', *Physiological Research*, 67(5).

# BAB 13

## PEMERIKSAAN FUNGSI DAN KOMPOSISI SALIVA

drg. Kadek Dwi Dessy Sapitri, M. Biomed

### A. Pendahuluan

Saliva merupakan cairan tidak berwarna yang berada pada rongga mulut yang disekresikan oleh kelenjar-kelenjar saliva dan dialirkan ke dalam rongga mulut melalui suatu duktus atau saluran. Saliva penting melindungi gigi terhadap pengaruh dari luar, maupun dari dalam rongga mulut itu sendiri. Makanan dapat menyebabkan ludah bersifat asam maupun basa (Kurniawati dan Rahayu, 2018). Secara umum, saliva berperan dalam proses pencernaan makanan, pengaturan keseimbangan air, menjaga integritas gigi, aktivitas antibakterial, buffer dan berperan penting bagi kesehatan rongga mulut (Haroen, 1998). Berdasarkan sumbernya ada dua jenis saliva yaitu saliva glandular dan *whole saliva*. Berdasarkan stimulasinya, ada dua jenis saliva yaitu *unstimulated saliva* dan *stimulated saliva* (Edgar *et al.*, 2004). Saliva ini diproduksi oleh kelenjar liur yang berada di sekitar mulut dan tenggorokan untuk memastikan kestabilan di sekitar rongga mulut yang dimana terdiri dari kelenjar saliva mayor dan kelenjar saliva minor. Saliva merupakan hasil sekresi dari beberapa kelenjar saliva, dimana 93% dari volume total saliva disekresikan oleh kelenjar saliva mayor yang meliputi kelenjar parotid, submandibular, dan sublingual, sedangkan sisa 7% lainnya disekresikan oleh kelenjar saliva minor yang terdiri dari kelenjar bukal, labial, palatinal, glossopalatinal, dan lingual (Andriany *et al.*, 2012). Berdasarkan stimulasi, ada dua jenis saliva yaitu

metode pengambilan saliva dengan yang stimulasi disekresikan selama mengkonsumsi makanan dan berada di dalam mulut kurang lebih selama 2 jam. Untuk pemilihan metode biasanya akan dibedakan berdasarkan apa yang ingin diamati, apabila akan mengamati atau menilai status glandula saliva dan komponen yang terkandung di dalamnya maka akan menggunakan teknik pengumpulan tanpa stimulasi, sedangkan untuk menilai fungsi cadangan saliva menggunakan teknis dengan stimulasi (Palomares *et al.*, 2004).

## G. Daftar Pustaka

- Amerongen. (1991). *Ludah dan Kelenjar Ludah Arti Bagi Kesehatan Gigi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Andriany, P., Hakim, R. F., & Mahlianur. 2012. Pengaruh Konsumsi Kopi Ulee Kareng (arabika) Terhadap pH Saliva Pada Usia Dewasa Muda. *Dentika Dental Journal*. Vol.17. No. 2. Hal: 151
- Edgar, Michael, Colin Duwes and Denis O' Mullane, 2004. *Saliva and Oral Health*, Stephen Hancocks Limited
- Haroen, Edeh Roletta. Hubungan rangsang Noksius dengan volume saliva dalam mekanisme fungsi protektif. *Jurnal Kedokteran Gigi*. 1998; 2: 6-9.)
- Keshav S. *The Gastrointestinal System at a Glance Australia*: Blackwell Science Asia; 2004: p.14-15
- Kurniawati, A. dan Rahayu, Y. C. (2018). *Cairan Rongga Mulut*. Yogyakarta: Pustaka Panasea.
- Linardi, A.N. 2014. Perbedaan pH Saliva antara Penggunaan Pasta Gigi yang Mengandung Baking Soda dan Penggunaan Pasta Gigi yang Mengandung Fluor. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin.
- Sastroasmoro S, Sofyan I. *Dasar-dasar metodologi penelitian klinis*. Jakarta: Sagung Seto, 2002; 45.
- Shetty C, Hegde MN, Devadiga D. Correlation Between Dental Caries with Salivary Flow, pH, and Buffering Capacity in

- Adult South Indian Population: An In-vivo Study. *Int. J. Res. Ayurveda Pharm.* 2013.
- Surahman, A. (2018). bagaimana-cara-mengukur-ph-suatu-sampel. Retrieved Januari 28, 2020, from [www.kimiapost.net:https://www.kimiapost.net/2018/01/bagaimana-cara-mengukur-ph-suatu-sampel.html](https://www.kimiapost.net/2018/01/bagaimana-cara-mengukur-ph-suatu-sampel.html). Diakses pada tanggal 26 Januari 2022.
- Sutianti, F. P. (2021). *Saliva dan Kesehatan Rongga Mulut*. Malang: Universitas Brawijaya Press
- Palomares CF, Munoz-Montagud JV, Sanchiz V, Herreros B, Hernandez V, Minguez M, et.all. Unstimulated Salivary Flow Rate, pH and Buffer Capacity of Saliva in Healthy Volunteers. *Rev Esp Enferm Dig.* 2004; 96(11): p. 773-783.

# BAB 14 | PEMERIKSAAN GLUKOSA DARAH

Siti Raudah, S.Si., M. Si

## A. Pendahuluan

Diabetes merupakan masalah pada tubuh yang menyebabkan kadar glukosa darah meningkat lebih tinggi dari biasanya, disebut hiperglikemia. Pada saat makan, tubuh memecah makanan menjadi glukosa dan mengirimkannya ke dalam darah. Insulin kemudian membantu memindahkan glukosa dari darah ke dalam sel. Glukosa masuk ke dalam sel, digunakan sebagai bahan bakar untuk energi atau disimpan untuk digunakan nanti. Pada penderita diabetes, terjadi masalah dengan insulin (*American Diabetes Association, 2023*).

Kasus diabetes menunjukkan beban global yang terus meningkat bagi individu, keluarga, dan negara. IDF Diabetes Atlas (2021) melaporkan bahwa 10,5% dari populasi orang dewasa (20-79 tahun) mengidap diabetes, dan hampir setengahnya tidak menyadari bahwa mereka hidup dengan kondisi tersebut. Pada tahun 2045, proyeksi IDF menunjukkan bahwa 1 dari 8 orang dewasa, sekitar 783 juta orang, akan hidup dengan diabetes, meningkat 46%. Lebih dari 90% penderita diabetes menderita diabetes tipe 2, yang disebabkan oleh faktor sosio-ekonomi, demografi, lingkungan, dan genetik (*International Diabetes Federation, 2021*). Sekitar 537 juta orang dewasa (20-79 tahun) hidup dengan diabetes. Jumlah total orang yang hidup dengan diabetes diproyeksikan meningkat menjadi 643 juta pada tahun 2030 dan 783 juta pada tahun 2045. Data yang diperoleh 3 dari 4 orang dewasa yang menderita diabetes



5) Nilai Rujukan

Waktu	HbA1c
Dewasa	2 - 5%
Anak-anak	1,5 - 4%

(Kee, 2013)

**E. Daftar Pustaka**

- American Diabetes Association (2023) Blood Glucose and Insulin. Available at: <https://diabetes.org/about-diabetes/high-blood-sugar>.
- Arisman (2011) Buku Ajar Ilmu Gizi: Obesitas, Diabetes Melitus, & Dislipidemia. Jakarta: EGC.
- Calbreath, D.F. (1992) Clinical Chemistry, A Fundamental Textbook. Edited by S. Ozmat. Philadelphia: Elsevier - Health Sciences Division.
- CDC (2022) Diabetes Tests, Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Available at: <https://www.cdc.gov/diabetes/basics/getting-tested.html> (Accessed: 28 February 2023).
- Gaw, A. *et al.* (2011) Biokimia Klinis: Teks Bergambar. 4th edn. Edited by A.A. Mahode *et al.* Jakarta: EGC.
- Gawa, A. *et al.* (2012) Biokimia klinis : Teks Bergambar. 4th edn. Edited by A.A. Mahode *et al.* Jakarta: EGC.
- International Diabetes Federation (2021) Diabetes Atlas 10th edition. Available at: [www.diabetesatlas.org](http://www.diabetesatlas.org) (Accessed: 8 November 2021).
- International Diabetes Federation (2022) Diabetes Facets & Figures. Available at: <https://idf.org/about-diabetes/facts-figures/> (Accessed: 14 January 2024).
- Kee, J.L. (2013) Pedoman Pemeriksaan Laboratorium dan Diagnostik. Jakarta: EGC.
- Labtest (2020) 'Glucose insert kit.pdf'. Brasil: Labtest Diagnostic.
- Lieseke, C.L. and Zeibig, E.A. (2017) Buku Ajar Laboratorium Klinis. Edited by F.I. Liana *et al.* Jakarta: EGC.
- Mentari, I.N. (2022) 'Kimia Klinik, Urinalisis, & Cairan Tubuh Teknologi Laboratorium Medik', in G. Nugraha, E.A.

- Mardella, and A. Kamil (eds) Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta Utara: EGC, pp. 252–282.
- Nugraha, G. and Badrawi, I. (2018) Pedoman Teknik Pemeriksaan Laboratorium Klinik: Untuk Mahasiswa Teknologi Laboratorium Klinik. Jakarta Timur: CV Trans Info Media.
- P2PTM Kemenkes RI (2019) Apa saja komplikasi dan akibat dari Diabetes?, p2ptm.kemkes.go.id. Available at: <http://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/penyakit-diabetes-melitus/page/6/apa-saja-komplikasi-dan-akibat-dari-diabetes> (Accessed: 8 January 2019).
- Permenkes RI (2013) Penyelenggaraan Laboratorium yang baik. Jakarta.
- Pesce, A.J. and Kaplan, L.A. (1996) Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation. third. Edited by J.F. Shanahan and J. Roche. Missouri: Mosby.
- Setiarto, H.B. and Karo, M.B. (2021) 'Pengantar Biokimia Klinis', in Guepedia (ed.). Bogor: Guepedia, pp. 128–130.
- Singh, D.D. *et al.* (2022) 'Development of Dementia in Type 2 Diabetes Patients: Mechanisms of Insulin Resistance and Antidiabetic Drug Development', *Cells*, 11(23). Available at: <https://doi.org/10.3390/cells11233767>.
- Utiger, R.D. (2024) Pancreas, Britannica. Available at: <https://www.britannica.com/science/pancreas> (Accessed: 7 March 2024).
- WHO (2016) Diabetes, World Health Organization. Available at: [https://www.who.int/health-topics/diabetes?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAlcyuBhBnEiwAOGZ2S3AaimGv3wqkiOGDtBhUSgBKUSvBz19SPkrL4WRN8-EIKYVKrA1\\_3xoCGdIQAvD\\_BwE#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/diabetes?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAlcyuBhBnEiwAOGZ2S3AaimGv3wqkiOGDtBhUSgBKUSvBz19SPkrL4WRN8-EIKYVKrA1_3xoCGdIQAvD_BwE#tab=tab_1).

# BAB 15

## PROSES PEMBEKUAN DARAH

Muhammad Arief Fadillah, S.ST., M.Kes

### A. Pendahuluan

Darah sangat penting hubungannya dengan kehidupan manusia karena merupakan bagian penting dari tubuh manusia. Peranan manusia dalam kehidupan sehari-hari sangat besar kemungkinannya terjadi kecelakaan kerja seperti tertusuk benda tajam, contohnya tersayat pisau dan lain-lainnya. Ketika terlihat proses darah yang keluar, maka selalu ada reaksi untuk proses menghentikannya dan apabila tidak teratasi, kemungkinan yang terjadi dapat kehilangan darah yang berlebih sampai terjadinya infeksi. (Durachim, 2018)



**Gambar 15. 1** Proses Vasa Darah yang Cedera

Terjadinya infeksi akan timbul bila tidak ada kesadaran dari masing-masing individu manusia dalam mengatasinya dengan kebersihan perorangan. Manusia wajib bersyukur atas karunia tuhan dengan diberikannya kesempurnaan proses mekanisme dalam tubuh, seperti pengendalian perdarahan (hemostasis) dan pembekuan darah (koagulasi). (Sofro, 2012) Hemostasis dan koagulasi adalah serangkaian reaksi komponen

### 3. Kelainan Faktor Penggumpalan

Kelainan atau gangguan faktor penggumpalan disebabkan oleh 3 faktor, yang pertama adalah kelainan genetik, yang kedua kelainan akibat rusaknya organ dan yang ketiga kelainan yang disebabkan adanya masalah faktor proses sintesis. Contoh kelainan genetik terdapat 2 jenis penyakit hemofilia, yaitu hemofilia A dan hemofilia B.

Hemofilia A disebabkan oleh kelainan gen Tang yang menjadikan faktor VIII atau AHG (Anti-Human Globulin). Meskipun gen tersebut terdapat di kromosom X namun sifatnya sangat resesif sehingga laki-laki menjadi penderita dominan dibandingkan perempuan. Hemofilia B disebut juga dengan penyakit Christmas atau kelainan faktor IX, gen tersebut juga bersifat resesif pada kromosom X. Pada penyakit hemofilia A dan B sama-sama menunjukkan ketidakmampuan darah untuk melakukan penggumpalan karena defisiensi faktor koagulasi faktor VIII dan IX.

Vitamin K sangatlah penting dalam sintesis beberapa faktor koagulasi karena disintesis natural oleh mikrobiota usus dan membuat penurunan absorpsi lemak, apabila terjadi defisiensi vitamin K dapat menyebabkan defisiensi faktor VII, IX, X dan prothrombin. Untuk terhindar dari kelainan proses pembekuan darah disarankan banyak mengkonsumsi buah dan sayur-sayuran yang banyak mengandung vitamin k. (Rofinda, 2012)

#### I. Daftar Pustaka

- Durachim, A dan Astuti, D. 2018. Hemostasis. Jakarta: Kemenkes RI.
- Ganong, W.F. 2013. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 22. Jakarta: EGC.
- M. Sofro, A. S. (2012). Darah. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kiswari, Rukman. 2014. Hematologi & Transfusi. Jakarta: Erlangga.
- D'Hiru. 2013. Live Blood Analysis. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Feng, L., Ying Zhao, Hongcan Zhao dan Zhixin Shao. 2014. Effect of Storage Time and Temperature on Coagulation Tests and Factors in Fresh Plasma. *Scientific Reports*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3902390/>. diakses tanggal 16 Maret 2024.
- Laga, A.C., Tracey, A., Cheves, MT., dan Joseph, D.S. 2006. The Effect of Specimen Hemolysis on Coagulation Test Results. *Coagulation and Transfusion Medicine Specimen Hemolysis and Coagulation Testing*. American Society for Clinical Pathology 2006; 126:748-755.
- Lippi, G., Mario Plebani dan Emmanuel J.F 2013. Interference in Coagulation Testing: Focus on Spurious Hemolysis, Icterus, and Lipemia. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 39 (03), 258-266.
- Magnette, A., M. Chatelain, B. Chatelain, H. Ten Cate dan F. Mullier. 2016. Pre-analytical Issues in the Haemostasis Laboratory: Guidance for the Clinical Laboratories. *Thrombosis Journal*. 14:49. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5154122/>. Diakses pada tanggal 27 Desember 2019.
- Umar, I., & Sujud, R. W. (2020) Hemostasis dan Disseminated Intravascular Coagulation (DIC). *Journal of Anaesthesia and Pain*, 1(2), 19-32.
- Dia Rofinda, Z. (2012) Kelainan Hemostasis pada Leukimia. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 1(2), 68-74. <https://dio.org/10.25077/jka.vli2.40>.

## TENTANG PENULIS

### **Dr. R. Agus Wibowo S., S.Si; M.Sc.**



Penulis menyelesaikan studi Doktoral pada Program Studi Ilmu Kedokteran dan Kesehatan FKKMK Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan peminatan Biomedis. Penulis menekuni bidang penelitian Biologi molekuler, dan bekerja pada Balai Litbangkes Magelang, Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan dan sekarang bertransformasi menjadi Balai Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.



### **Eni Kartika Sari, M.Sc.**

Lahir di Purworejo, pada tanggal 17 April 1983. Lulus Sarjana dari Program Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada (UGM) tahun 2007, lulus S2 di Program Magister Ilmu Kimia Universitas Gadjah Mada (UGM) tahun 2014. Saat ini penulis merupakan Dosen DPK LLDikti Wilayah V yang ditempatkan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Akbidyo Yogyakarta. Aktif melakukan penelitian, menulis artikel di berbagai jurnal ilmiah, aktif dalam organisasi profesi dan kemasyarakatan serta menjadi narasumber dalam beberapa pelatihan tentang kimia, pangan fungsional dan kewirausahaan.



**Rita Maliza, Ph.D**

Penulis lahir di Tembilahan, Indragiri Hilir, Riau, pada tanggal 19 September 1984. Menyelesaikan studi S1 di jurusan kimia, FMIPA Universitas Andalas (Unand) pada tahun 2007. Pada tahun 2011 penulis berhasil menyelesaikan studi S2 dengan predikat Summa Cum Laude pada Program Pascasarjana, Unand. Tahun 2012 penulis mendapatkan beasiswa dari DAAD (IGN-TTRC) untuk mengikuti program Student Exchange di Departement of Biochemistry, Kassel University, Germany. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan studi S3 dalam bidang Human Biology melalui beasiswa *Hashiya Scholarship Foundation dan Murayama Foundation* di Departement of Histology and Cell Biology, Graduate School of Medicine, Jichi Medical University, Japan. Penulis mengabdikan sebagai staf pengajar di Departemen Biologi, Unand, sejak tahun 2022. Fokus riset pada bidang kajian *Molecular Endocrinology*. Penulis adalah salah satu pemenang *Writhingthon Kemenristek Dikti 2018* dari Indonesia untuk *Citarum Harum*. Pada tahun 2022 penulis juga menulis buku referensi dengan judul *Pharmacogenomic: toward precision medicine*. Alamat: Laboratorium Struktur & Perkembangan Hewan, Jurusan Biologi FMIPA UNAND, Padang 25163. Email: [ritamaliza@sci.unand.ac.id](mailto:ritamaliza@sci.unand.ac.id)



**Prof. Dr. Syamsulina  
Revianti, drg., M.Kes.,PBO**

Syamsulina Revianti, atau kerap disapa dengan nama Revi, lahir di Surabaya pada tanggal 16 April 1976. Beliau adalah putri dari Bapak H. Achmad Sjukur dan Ibu Hj. Maria Oelfah. Revi menyelesaikan Pendidikan di Fakultas Kedokteran Gigi,

Universitas Airlangga hingga memperoleh gelar Sarjana dan Dokter Gigi, dilanjutkan Program Pendidikan Magister atau S2, di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, di Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Minat Studi Ilmu Biokimia, dan terakhir telah menyelesaikan studinya pada Program Pendidikan Doktor, Ilmu Kedokteran, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Bergabung menjadi dosen pengajar di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah pada tahun 2000 hingga sekarang. Selama menjadi dosen pengajar, beliau menjalankan tugas Tri Dharma Perguruan Tinggi, mendapatkan Hibah Penelitian Internal dan Eksternal RISTEK DIKTI Terkait *Marine Natural Product* 2011-sekarang. Melakukan publikasi hasil penelitiannya di Jurnal Nasional dan Internasional. Melaksanakan kegiatan Pengabdian Masyarakat sesuai bidang keahlian dengan luaran publikasi pada jurnal Pengabdian Masyarakat. Aktif dalam mengikuti berbagai kegiatan Seminar Ilmiah Nasional dan Internasional. Berbagai Prestasi dan Penghargaan juga telah diraih, serta berhasil menerbitkan Buku Ajar dan Monograf, mendapatkan sertifikat paten atas produk yang telah dihasilkan. Tergabung dalam berbagai Organisasi Profesi (PDGI, PBBMI dan PBOI) dan mendapatkan gelar kepakaran di bidang biologi oral (PBO).



**Dr. Dessy Arisanty, M.Sc**

Penulis lahir di Padang, pada 12 Januari 1979. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana FMIPA Universitas Andalas, jenjang Magister (S2) di *Biomedical Department of Medical Faculty and Health Sciences Universiti Putra Malaysia* bidang Medical Biochemistry. Selanjutnya studi Doktor pada Program Doktor Ilmu Biomedis dengan kajian *Molecular Cancer of Epigenetic*. Wanita yang kerap disapa Dessy ini adalah anak dari pasangan Anwar Manan (ayah) dan Dasmiaty (ibu). Penulis sebagai staf pengajar di Departemen Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Andalas (UNAND). Dan saat menulis



ini, penulis menjabat sebagai Ketua Program Studi Ilmu Biomedis Program Sarjana, Fakultas Kedokteran UNAND. Penulis bukanlah orang baru di dunia Pendidikan. Berbagai kegiatan ilmiah dan banyak artikel yang sudah dipublikasikan. Penghargaan yang pernah diraih adalah sebagai lulusan terbaik Fakultas MIPA, Medali Perak pada ITEX exhibition Malaysia. Medali emas pada Inovation Technology 2023.



**dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D,**

Penulis merupakan dosen tetap Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat. Penulis merupakan anak dari pasangan Asrizal Jarat (ayah) dan Yurnita, Amd.Keb (Ibu). Setelah tamat Dokter Umum di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, (2009), penulis melanjutkan S3 bidang Medicine di Jichi Medical University, Jepang (2011 sampai 2015). Penulis aktif menulis buku dan artikel di berbagai jurnal.



**Muhammad Yashir, S.E., M.KM**

Penulis lahir di Jakarta, pada 10 Juli 19xx. Ia tercatat sebagai lulusan SMAK LABIOMED DITKESAD Th 2001, UHAMKA Th 2009 & 2022. Yashir adalah seorang yang gemar berorganisasi, Yasser tercatat sebagai Staff di Unika Atma Jaya sebagai Pranata laboratorium Pendidikan dan *Biosafety officer*. Bergabung di Organisasi Profesi PATELKI dari th 2016 s.d sekarang. sebagai Asesor Kompetensi BNSP, Auditor Internal dan Fasilitator Tenaga Pelatih Kesehatan (TPK) Kemenkes RI, sampai sekarang pengurus di Lembaga Pendidikan Pelatihan Profesi Laboratorium Medik Utama (LPPP-LMU) Diklat PATELKI.



**Kartika Rahma, S.Si., M.Si.**

Penulis lahir di Surabaya, pada 24 September 1992. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Brawijaya. Biokimia adalah ilmu yang didalaminya selama mengenyam pendidikan S1 dan S2-nya, dan saat ini sedang mengenyam pendidikan S3 Ilmu Biomedik, Universitas Indonesia, dengan dukungan beasiswa BPI. Meski tergolong dosen muda, beberapa penelitian berkaitan dengan metabolisme lemak pernah ia lakukan, serta memiliki publikasi artikel terkait.



**Ayu Puspitasari, ST, M.Si**

Penulis lahir di Madiun, pada 25 Maret 1980. Ia memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Kimia ITS pada 2002, dan M.Si dari Jurusan Kimia (Bidang Ilmu Biokimia) ITB pada 2012. Wanita yang kerap disapa Ayu ini adalah dosen di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Surabaya. Istri dari Ulul Azmi ini mempunyai hobi membaca buku dan berolahraga. Ayu Puspitasari yang selalu aktif dalam kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi, mengampu mata kuliah Toksikologi Klinik, Biokimia, Biologi Molekuler, dan Kimia Pangan. Serta menjadi salah satu PJMK Regional AIPTLMI Tahun 2023 - 2026 untuk Mata Kuliah Toksikologi Klinik.



**dr. Rifkind Malik, M.Biomed**

Penulis lahir di Padang, pada 12 Juli 1988. Seorang dokter lulusan Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah tahun 2012, melanjutkan pendidikan S2 di Program Magister Ilmu Biomedik FKKMK UGM peminatan Biokimia tahun 2016-2018. Saat ini bertugas sebagai dosen bagian Biokimia sejak 2018-sekarang, di Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah, Kota Padang, Sumatera Barat.



**dr. Kurnia Maidarmi Handayani, M.Biomed**

Penulis lahir di Padang, pada 8 Mei 1991. Seorang dokter lulusan Fakultas Kedokteran Universitas Andalas tahun 2016, melanjutkan pendidikan S2 di Program Magister Ilmu Biomedik FK UI peminatan Biokimia tahun 2021-2023. Saat ini menjadi dosen di Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah, Kota Padang, Sumatera Barat.



**Dr. Fathma Syahbanu, S.TP**

Penulis lahir di Tangerang, pada 8 September 1993 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Suryadi dan Ibu Dewi Sari. Pendidikan sarjana ditempuh di Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, lulus pada tahun 2015. Pada tahun yang sama, penulis diterima pada Program Studi Ilmu Pangan, Sekolah Pascasarjana IPB dengan Beasiswa Pendidikan Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU) dari Kementerian Riset dan Teknologi

Pendidikan Tinggi. Saat ini, Penulis merupakan seorang dosen pada Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Singaperbangsa Karawang. Mata kuliah yang diajarkan oleh Penulis antara lain: Biokimia Gizi Dasar, Metabolisme Zat Gizi Mikro, Kimia, Teknologi Pangan dan Gizi, Analisis Zat Gizi, Dasar-Dasar Kuliner, Hygiene dan Sanitasi Makanan, serta Keamanan Pangan.



**drg. Kadek Dwi Dessy Sapitri, M.Biomed.**

Lahir di Denpasar 2 Desember 1984. Lulus S1 dan Profesi di Program Studi Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Mahasaraswati Denpasar Tahun 2007 dan 2010 serta S2 di Program Magister Biomedik dengan Konsentrasi Ilmu Kedokteran Dasar Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Udayana Denpasar Tahun 2020. Saat ini masih aktif mengajar di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Mahasaraswati Denpasar dan menjadi Sekretaris Bagian pada Departemen Prostodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Mahasaraswati Denpasar.



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

Penulis 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 mengajar mata kuliah K3 Laboratorium Kesehatan, Mikrobiologi, Bakteriologi Klinik dan Lingkungan. Penulis aktif dalam melakukan penelitian dengan peminatan biokimia – bakteriologi dan Kesehatan Klinis serta lingkungan.



**Muhammad Arief Fadillah, S.ST.,  
M.Kes (Ulah Fadillah)**

Penulis lahir di Tangerang, pada 29 Juli 1991. Ia tercatat sebagai lulusan Magister pertama dari satu-satunya Universitas di Indonesia yang membidangi Ilmu Laboratorium Klinis yaitu Universitas Muhammadiyah Semarang. Pria yang kerap disapa Arief ini mempunyai istri dan tiga putri cantik. Saat ini ia aktif

sebagai dosen Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Banten. Arief bukanlah orang baru di dunia laboratorium kesehatan. Ia sudah mencoba semua perannya yaitu sebagai praktisi medis dan sampai saat ini sebagai ahli dalam bidang laboratorium infeksi yang dapat terlihat dari berbagai penelitian dan karya tulisannya.