



**EDITOR**

Dr. R. Agus Wibowo S, S.Si., M.Sc  
dr. Tomy Nurtamin, M.Sc, M.Ked.Klin, Sp.U  
Tien, S.Si., M.Sc

# PENGANTAR BIOMOLEKULER

Kartini | Fika Tri Anggraini | Khairuddin | Atepi Dian Supardan  
Kinik Darsono | Fathma Syahbanu | Jekmal Malau | Megawati  
Evy Yulianti | Ahsanal Kasasiah | Nisa Ihsani | Agus Wibowo S | Johan Sukweenadhi

# PENGANTAR BIOMOLEKULER

Biologi molekuler telah mengalami perkembangan yang sangat pesat semenjak tiga dasawarsa yang lalu. Kebanyakan dari kemajuan-kemajuan itu pada awalnya adalah berkat kerja yang baik para peneliti yang memberi perhatian pada jasad renik. Pendekatan molekuler dalam biologi dan akan sangat mempengaruhi tiap disiplin ilmu dalam biologi seperti: *histologi, sitologi, anatomi, embriologi, genetika, fisiologi, evolusi*.

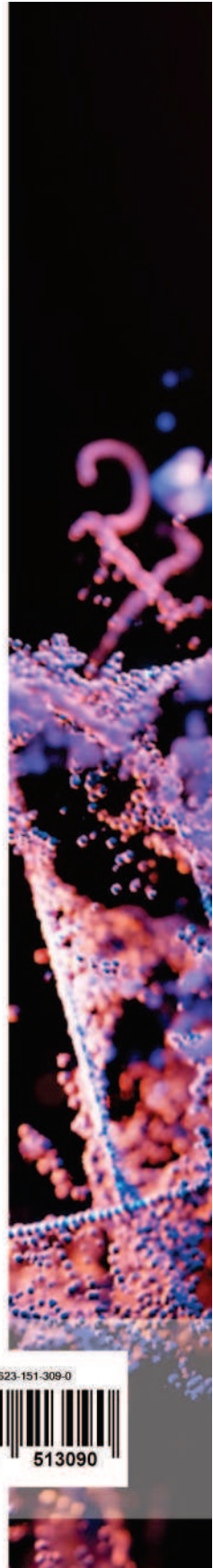
Buku yang berada ditangan pembaca ini disusun dalam 13 Bab yaitu:

- Bab 1 Konsep Biologi Molekuler
- Bab 2 Sel dan Makromolekul dan Fungsi Biologinya
- Bab 3 Asam Nukleat, Struktur Asam Nukleat dan Sifat Fisiknya
- Bab 4 Spektroskopis dari Asam Nukleat
- Bab 5 Bioenergetika dan Metabolisme
- Bab 6 Protein, Konformasi dan Fungsi Biologi dari Protein
- Bab 7 Sintesis Protein
- Bab 8 Enzim
- Bab 9 Kinetik Enzim Dan Regulasi Enzim
- Bab 10 Struktur DNA, Replikasi DNA Pada Prokariotik, Sel Eukariotik dan Rekombinasi
- Bab 11 Struktur RNA, Transkripsi dan Prosesing RNA
- Bab 12 Regulasi dan Ekspresi Gen Pada Prokariotik
- Bab 13 Struktur dan Fungsi Genomik



☎ 0858 5343 1992  
✉ [eurekamediaaksara@gmail.com](mailto:eurekamediaaksara@gmail.com)  
📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10  
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-151-309-0



# PENGANTAR BIOMOLEKULER

Dr. Kartini, S.Si.T,M.Kes  
dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD  
apt. Khairuddin, S.Si., M.Si.  
Atep Dian Supardan, S.Si., M.Si  
dr. Kinik Darsono, MMed. Ed  
Dr. Fathma Syahbanu, S.TP  
Jekmal Malau, S.Si., M.Si  
Megawati, S.Pd.,M.Si.  
Dr. Evy Yulianti, M. Sc  
Ahsanal Kasasiah, S.Si., M.Si  
Nisa Ihsani, S.Si., M.Si  
Dr. R. Agus Wibowo S, S.Si., M.Sc  
Johan Sukweenadhi, Ph.D



**eureka**  
**media aksara**

**PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA**

## PENGANTAR BIOMOLEKULER

**Penulis** : Dr. Kartini, S.Si.T,M.Kes; dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD; apt. Khairuddin, S.Si., M.Si., M.Si; Atep Dian Supardan, S.Si., M.Si; dr. Kinik Darsono, MMed. Ed; Dr. Fathma Syahbanu, S.TP ; Jekmal Malau, S.Si., M.Si; Megawati, S.Pd.,M.Si.; Dr. Evy Yulianti, M. Sc; Ahsanal Kasasiah, S.Si., M.Si; Nisa Ihsani, S.Si., M.Si; Dr. R. Agus Wibowo S, S.Si., M.Sc; Johan Sukweenadhi, Ph.D

**Editor** : Dr. R. Agus Wibowo S, S.Si., M.Sc; dr. Tomy Nurtamin, M.Sc, M.Ked.Klin, Sp.U; Tien, S.Si., M.Sc

**Penyunting** : Dr. Mubarak, M.Sc

**Desain Sampul** : Ardyan Arya Hayuwaskita

**Tata Letak** : Ahmad Yusuf Efendi, S.Pd

**ISBN** : 978-623-151-309-0

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JULI 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

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Buku Hasil Kolaborasi berjudul “Pengantar Biomolekuler” dengan tepat waktu. Buku kolaborasi ini disusun atas kerjasama dari berbagai penulis yang berasal dari berbagai perguruan tinggi Se-Indonesia.

Biologi molekuler telah mengalami perkembangan yang sangat pesat semenjak tiga dasawarsa yang lalu. Kebanyakan dari kemajuan-kemajuan itu pada awalnya adalah berkat kerja yang baik para peneliti yang memberi perhatian pada jasad renik. Pendekatan molekuler dalam biologi dan akan sangat mempengaruhi tiap disiplin ilmu dalam biologi seperti: *histologi, sitologi, anatomi, embriologi, genetika, fisiologi, evolusi*.

Buku yang berada ditangan pembaca ini disusun dalam 13 Bab yaitu:

- Bab 1 Konsep Biologi Molekuler
- Bab 2 Sel dan Makromolekul dan Fungsi Biologinya
- Bab 3 Asam Nukleat, Struktur Asam Nukleat dan Sifat Fisiknya
- Bab 4 Spektroskopis dari Asam Nukleat
- Bab 5 Bioenergetika dan Metabolisme
- Bab 6 Protein, Konformasi dan Fungsi Biologi dari Protein
- Bab 7 Sintesis Protein
- Bab 8 Enzim
- Bab 9 Kinetik Enzim Dan Regulasi Enzim
- Bab 10 Struktur DNA, Replikasi DNA Pada Prokariotik, Sel Eukariotik dan Rekombinasi
- Bab 11 Struktur RNA, Transkripsi dan Prosesing RNA
- Bab 12 Regulasi dan Ekspresi Gen Pada Prokariotik
- Bab 13 Struktur dan Fungsi Genomik

Akhirnya penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat dan selamat membaca.

Kendari, 28 Juni 2023

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</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 KONSEP BIOLOGI MOLEKULER</b> .....	<b>1</b>
A. Pengertian Biologi Molekuler .....	1
B. Sejarah Perkembangan Biologi Molekuler.....	3
C. Ruang Lingkup Biologi Molekuler .....	5
D. Keterkaitan Biologi Molekuler dengan Ilmu Lain .....	7
E. Gen, Kromosom, Genom, Genotip, dan Dogma Genetika .....	8
DAFTAR PUSTAKA .....	11
<b>BAB 2 SEL DAN MAKROMOLEKUL, DAN FUNGSI BIOLOGISNYA</b> .....	<b>12</b>
A. Pendahuluan .....	12
B. Sel : Tempat Pertemuan Makromolekul .....	13
C. Fungsi Sel.....	13
D. Jenis-Jenis Sel.....	15
E. Organela Sel dan Fungsi Biologisnya.....	19
F. Makromolekul dan Fungsinya.....	27
G. Kesimpulan.....	29
DAFTAR PUSTAKA .....	31
<b>BAB 3 ASAM NUKLEAT, STRUKTUR ASAM NUKLEAT DAN SIFAT FISIKNYA</b> .....	<b>32</b>
A. Pendahuluan .....	32
B. Pengertian.....	32
C. Struktur Asam Nukleat .....	33
D. Asam Deoksiribonukleat (DNA) .....	34
E. Basa Nukleotida .....	35
F. Asam ribonukleat (RNA) .....	37
G. Analisis Urutan DNA .....	39
H. Sifat Asam Nukleat.....	40
DAFTAR PUSTAKA .....	44
<b>BAB 4 SPEKTROSKOPIS DARI ASAM NUKLEAT</b> .....	<b>45</b>
A. Pendahuluan .....	45



B. Metode untuk Analisis DNA.....	46
C. Spektrofotometer Ultraviolet dan Sinar Tampak (UV-Vis).....	46
D. Spektrofotometer Nanodrop .....	48
E. Panjang Gelombang Basa Purin dan Pirimidin DNA ..	49
F. Panjang Gelombang Maksimum DNA.....	51
G. Rumus pengukuran dsDNA, ssDNA, ssDNA-oligo dan RNA.....	52
H. Rumus Pengukuran ssDNA-oligo .....	53
I. Isolasi DNA.....	53
J. Pengecekan Kemurnian DNA .....	55
K. Analisis Kuantitatif DNA .....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	60
<b>BAB 5 BIOENERGETIKA DAN METABOLISME .....</b>	<b>62</b>
A. Pendahuluan.....	62
C. Metabolisme.....	63
E. Kesimpulan .....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	69
<b>BAB 6 PROTEIN, KONFORMASI, DAN FUNGSI BIOLOGI DARI PROTEIN.....</b>	<b>71</b>
A. Protein .....	71
C. Konformasi Protein .....	79
D. Fungsi Biologis dari Protein .....	87
DAFTAR PUSTAKA.....	91
<b>BAB 7 SINTESIS PROTEIN .....</b>	<b>93</b>
A. Pengenalan Sintesis Protein.....	93
B. Kode Genetik dan Asam Amino .....	99
C. Sintesis Protein; Transkripsi .....	105
D. Sintesis Protein; Translasi .....	108
E. Sintesis Protein; Post-Translasi.....	114
G. Take Home Message Sintesis Protein .....	119
DAFTAR PUSTAKA.....	120
<b>BAB 8 ENZIM.....</b>	<b>123</b>
A. Pendahuluan.....	123
B. Aspek Umum Molekul Enzim .....	125
C. Klasifikasi, dan Tatanama Enzim.....	128



D. Keunggulan Reaksi Berkataliskan Enzim.....	134
E. Interaksi Substrat dan Enzim.....	135
F. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim .....	137
G. Mekanisme Reaksi Enzim .....	140
H. Pengendapan Enzim.....	141
I. Penggunaan Enzim.....	142
J. Extremophile sebagai Sumber Enzim Baru .....	142
DAFTAR PUSTAKA .....	144
<b>BAB 9 KENETIK ENZIM DAN REGULASI ENZIM .....</b>	<b>145</b>
A. Pendahuluan .....	145
B. Kinetika Enzim.....	146
C. Kinetika Michaelis-Menten .....	146
D. Kinetika Saturasi .....	149
E. Linear Plots.....	150
F. Regulasi Aktivitas Enzim.....	151
DAFTAR PUSTAKA .....	158
<b>BAB 10 STRUKTUR DNA, REPLIKASI DNA, PADA PROKARIOTIK, SEL EUKARIOTIK DAN REKOMBINASI .....</b>	<b>160</b>
A. Pendahuluan .....	160
B. Struktur DNA.....	160
C. Replikasi DNA .....	164
D. Replikasi DNA Pada Sel Prokariotik.....	167
E. Replikasi DNA Pada Sel Eukariotik.....	168
F. Rekombinasi DNA.....	170
DAFTAR PUSTAKA .....	172
<b>BAB 11 STRUKTUR RNA, TRANSKRIPSI, DAN PROSESING RNA.....</b>	<b>173</b>
A. Struktur RNA .....	173
B. Transkripsi.....	175
C. Prosesing RNA.....	181
DAFTAR PUSTAKA .....	185
<b>BAB 12 REGULASI DAN EKSPRESI GEN PADA PROKARIOTIK.....</b>	<b>187</b>
A. Pendahuluan .....	187
B. Regulasi Gen Pada Prokariotik.....	187

C. Ekspresi Gen pada Organisme Prokariotik.....	191
D. Operon Lac pada E.coli : Inducible Operon.....	193
E. Operon Triptofan pada E.coli : Repressible Operon ..	194
F. Catabolite Activator Protein (CAP):	
Regulator Aktivator .....	195
DAFTAR PUSTAKA.....	197
<b>BAB 13 STRUKTUR DAN FUNGSI GENOMIK .....</b>	<b>198</b>
A. Pendahuluan.....	198
B. Komposisi Genomik.....	199
C. Struktur Genomik.....	201
D. Analisis Genomik .....	204
E. Perkembangan Terkini Ilmu Genomik.....	206
DAFTAR PUSTAKA.....	209
<b>TENTANG PENULIS.....</b>	<b>211</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Nomenklatur basa dalam asam nukleat .....	36
Tabel 3. 2	Nilai pKa untuk basa yang ditemukan pada nukleosida dan nukleotida utama .....	40
Tabel 3. 3	Standar kode genetik .....	42
Tabel 4. 1	Perbedaan DNA dan RNA.....	45
Tabel 4. 2	Perbedaan spektrofotometer double-beam dan nanodrop .....	47
Tabel 4. 3	Panjang gelombang nukleosida.....	50
Tabel 4. 4	Rumus pengukuran asam nukleat .....	53
Tabel 4. 5	panjang gelombang DNA dan pengotornya .....	56
Tabel 4. 6	Pengecekan kemurnian DNA dari kontaminan.....	58
Tabel 6. 1	Kandungan Protein pada Bahan Pangan.....	78
Tabel 7. 1	Perbandingan sintesis protein pada prokariotik dan eukariotik .....	97
Tabel 7. 2	Kelas Utama Protein-Serin / Treonin Kinase.....	152
Tabel 8. 1	Beberapa Ion Anorganik sebagai <i>Kofaktor</i> pada Enzim.....	125
Tabel 8. 2	<i>Coenzyme</i> dan Prekursor Nya.....	127
Tabel 8. 3	Klasifikasi enzim berdasarkan tipe reaksi .....	128
Tabel 8. 4	Klasifikasi sub kelas enzim .....	129
Tabel 8. 5	Klasifikasi Internasional Enzim (6 Klas Utama).....	132
Tabel 9. 1	Kelas Utama Protein-Serin / Treonin Kinase.....	152
Tabel 10. 1	Perbedaan Molekul DNA dan RNA.....	163
Tabel 11. 1	Jenis-jenis RNA .....	174
Tabel 11. 2	Peran GTFs dalam transkripsi sel eukaryot.....	177

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Gen .....	9
Gambar 1. 2	Kromosom .....	9
Gambar 1. 3	Genom.....	10
Gambar 1. 4	Dogma Genetik .....	10
Gambar 2. 1	Struktur Sel Secara Umum .....	15
Gambar 2. 2	Struktur Nukleus. ....	20
Gambar 2. 3	Struktur Mitokondria .....	21
Gambar 2. 4	Struktur Retikulum Endoplasmikum .....	22
Gambar 2. 5	Struktur Aparatus Golgi.....	23
Gambar 2. 6	Struktur Membran Sel .....	26
Gambar 3. 1	(A) Nukleotida (guanosin trifosfat). Basa nitrogen (guanin dalam contoh ini) berikatan dengan karbon ke-1 dari deoksiribosa dan gugus fosfat berikatan dengan karbon ke-5. Nukleosida merupakan basa yang terkait dengan gula. Nukleotida adalah nukleosida dengan satu atau lebih gugus fosfat. (B) Untai DNA yang mengandung empat nukleotida dengan basa nitrogen timin (T), sitosin (C), adenin (A) dan guanin (G). Karbon ke-3 dari satu nukleotida dihubungkan dengan karbon ke-5 dari nukleotida berikutnya melalui ikatan fosfodiester. Ujung 5 ada di atas dan ujung 3 ada di bawah.. .....	33
Gambar 3. 2	(A) Heliks ganda DNA, dengan gula fosfat di luar dan basa nitrogen di tengah. (B) Pasangan basa A:T dan pasangan basa G:C dengan C1 dari deoksiribosa yang ditunjukkan oleh panah. Perhatikan bahwa C1 dari deoksiribosa sama posisi di semua pasangan basa. Pada gambar ini, atom-atom di tepi atas alas berpasangan menghadap ke alur utama dan yang menghadap tepi bawah menghadap ke alur minor. Ikatan hidrogen antara pasangan basa ditunjukkan dengan garis putus-putus .....	35

Gambar 3. 3	Untai RNA yang mengandung empat nukleotida dengan masing-masing basa nitrogen: adenin (A), sitosin (C), guanin (G) dan urasil (U). Karbon ke-3 ribosa dari satu nukleotida dihubungkan dengan karbon ke-5 berikutnya melalui ikatan fosfodiester. ujung 5 di kiri dan ujung 3 di kanan.....	38
Gambar 3. 4	Dogma sentral molekuler biologi .....	43
Gambar 4. 1	Spektrum serapan Adenin (A), Timin (T), Guanin (G), dan Sitosil (C).....	50
Gambar 4. 2	Spektrum Serapan DNA .....	52
Gambar 4. 3	Pengaruh kontaminan fenol pada serapan DNA.....	57
Gambar 6. 1	<i>SEQ Gambar_7. \ * ARABIC 1</i> Dua Puluh Struktur Asam Amino .....	72
Gambar 6. 2	Ikatan Peptida dalam Struktur Protein. Pembentukan dipeptida alanin-valin .....	73
Gambar 6. 3	Urutan rantai polipeptida dari suatu antibodi, dengan N- dan C-terminal masing-masing ditandai dengan warna biru dan hijau .....	80
Gambar 6. 4	Struktur Alfa Heliks .....	82
Gambar 6. 5	Perbedaan Antara Struktur Alfa Heliks dan Lembaran Beta .....	83
Gambar 6. 6	Struktur Anti-Paralel dan Paralel Lembaran Beta dalam Protein.....	84
Gambar 6. 7	Struktur Tersier dalam Protein.....	86
Gambar 6. 8	Skema myoglobin dan hemoglobin .....	87
Gambar 7. 1	(A) Tahapan umum sintesis protein; (B) Konformasi DNA utas ganda pada genom sel eukariotik .....	96
Gambar 7. 2	Ilustrasi kode genetik yang terkandung dalam DNA.....	100
Gambar 7. 3	Hubungan kode genetik triplet kodon dengan asam amino yang tertuang dalam proses ekspresi gen.....	102

Gambar 7. 4	Dua Puluh puluh asam amino yang dikodekan oleh triplet kodon.....	103
Gambar 7. 5	Struktur asam amino .....	103
Gambar 7. 6	Transkripsi dan translasi sel prokariotik dan eukariotik.....	108
Gambar 7. 7	Proses translasi sel prokariotik. ....	109
Gambar 7. 8	Tahapan elongasi pada proses translasi .....	112
Gambar 7. 9	Tahapan terminasi pada proses translasi.....	112
Gambar 7. 10	Modifikasi pasca-translasi; fosforilasi .....	115
Gambar 7. 11	Modifikasi pasca-translasi; Glikosilasi.....	116
Gambar 8. 1	Enzim yang Mempunyai Kofaktor dan Koenzim.....	126
Gambar 8. 2	Reaksi pemecahan laktosa oleh enzim laktase .....	130
Gambar 8. 3	Reaksi pembentukan sitrat oleh enzim sitrat sintase .....	131
Gambar 8. 4	Energi Reaksi Tanpa Katalis dan dengan Katalis.....	135
Gambar 8. 5	Efek pH pada aktivitas enzim.....	137
Gambar 8. 6	Efek temperatur pada aktivitas enzim .....	139
Gambar 8. 7	Efek konsentrasi enzim pada laju reaksi atau aktivitas enzim.....	140
Gambar 8. 8	Efek konsentrasi substrat pada laju reaksi atau aktivitas enzim .....	140
Gambar 9. 1	Representasi grafis dari persamaan Michaelis-Menten.....	148
Gambar 9. 2	Lineweaver-Burk plot.....	151
Gambar 9. 3	Representasi skematis dari enzim alosterik .....	154
Gambar 9. 4	Identifikasi jenis klasik penghambatan enzim reversibel dari efeknya pada plot kecepatan versus konsentrasi substrat atau $1/v$ versus $1/[S]$ (Lineweaver - Burk plot timbal balik ganda) .....	157
Gambar 10. 1	Hasil imej X-Ray DNA yang ditemukan Rosalind Franklin.....	161
Gambar 10. 2	Tiga representasi model struktur DNA .....	162

Gambar 10. 3 Struktur Kimia Basa Nukleotida.....	163
Gambar 10. 4 Model Semikonservatif .....	165
Gambar 10. 5 Garpu Replikasi dan Arah Replikasi . .....	166
Gambar 10. 6 Gelembung Replikasi .....	167
Gambar 10. 7 Ujung kromosom linier dilindungi oleh enzim telomerase .....	170
Gambar 10. 8 Proses Crossing Over .....	171
Gambar 11. 1 Nukleotida RNA.....	173
Gambar 11. 2 Struktur sekunder RNA.....	174
Gambar 11. 3 Inisiasi transkripsi pada sel eukaryot .....	176
Gambar 11. 4 Tahapan transkripsi pada sel prokaryot .....	180
Gambar 11. 5 Sistem operon triptofan .....	181
Gambar 11. 6 Kombinasi ekson pada berbagai sel pasca <i>RNA splicing</i> .....	183
Gambar 11. 7 Mekanisme <i>RNA splicing</i> .....	184
Gambar 12. 1 Struktur gen prokariotik.....	190
Gambar 12. 2 Mekanisme kerja inducible operon.....	192
Gambar 12. 3 Mekanisme kerja repressible operon .....	192
Gambar 12. 4 Operon <i>Lac</i> pada <i>E.coli</i> : Inducible operon.....	194
Gambar 12. 5 Mekanisme inducible Lac Operon .....	194
Gambar 12. 6 Mekanisme kerja Regulator Aktivator CAP .....	196
Gambar 13. 1 Perbandingan genom prokariot, eukariot dan virus .....	199
Gambar 13. 2 Tipe genom virus.....	201
Gambar 13. 3 Perbandingan struktur DNA dan RNA .....	202
Gambar 13. 4 Teknologi sekuensing DNA .....	204
Gambar 13. 5 Prinsip kerja CRISPR-Cas9 .....	207





# PENGANTAR BIOMOLEKULER



# BAB

# 1

## KONSEP BIOLOGI MOLEKULER

Dr. Kartini, S.Si.T, M.Kes

### A. Pengertian Biologi Molekuler

Biologi molekuler merupakan ilmu yang mempelajari fungsi dan organisasi jasad hidup (organisme) ditinjau dari struktur dan regulasi molekular unsur atau komponen penyusunnya. Biologi molekuler juga merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari hubungan antara struktur dan fungsi molekul-molekul hayati serta kontribusi hubungan tersebut terhadap pelaksanaan dan pengendalian berbagai proses biokimia. Biologi molekuler mempelajari dasar-dasar molekuler setiap fenomena hayati. Oleh karena itu, materi kajian utama dalam biologi molekuler adalah makromolekul hayati, khususnya asam nukleat, serta proses pemeliharaan, transmisi, dan ekspresi informasi hayati yang meliputi replikasi, transkripsi, dan translasi.

Perkembangan ilmu biologi molekuler tidak dapat dipisahkan dengan berbagai macam disiplin ilmu-ilmu yang lain, seperti biologi sel, genetika, biokimia, kimia organik, dan biofisika. Pada dasarnya ilmu-ilmu tersebut mempelajari satu subjek yang sama yaitu makhluk hidup, namun dengan pendekatan dan sudut pandang yang berbeda. Makhluk hidup yang menjadi objek dalam biologi molekuler meliputi dua kelompok besar yaitu: organisme seluler dan organisme non seluler

## DAFTAR PUSTAKA

- Aukema, J. (2018). Vectors, Viscim, Viscacea. Mistletoes as Parasites, Mutualist and Resources. *Reviews The Ecological of Americana*.
- Irianto, K. (2017). *Biologi Molekuler*. Alfabeta.
- Roses, E. W. (2019). *Comparative Analysis of the Complete Chloroplast GenomeSequences*. 6–11.
- Shafee, T. (2017). *Eukaryotic and Prokaryotic Gene Structure*.
- Srivastava, S. P. (2023). Cell Structure and Organization. *Understand Bacteri*, 61–95.
- Sugiharto, A. P. (2017). *Petunjuk Praktikum Genetika Molekuler. Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi*. Universitas Airlangga Surabaya.
- Susman, M. (2016). Genes: Definition and Structure. *Encyclopedia of Life Sciences*, (1), 1-7.
- Tan, S. C. (2019). *DNA, RNA, and Protein Extraction : The Past and Present*.
- Vira, H. P. (2016). Diagnostic Molekuler Mikrobiologi and Its Applications. *Current and Future Perspectives*, 1(1), 20–23.
- WilleyJ.M, S. (2019). *Preccot's Principles of MICROBIOLOGY The Mcgraw-Hill Companies*.
- Yuwono, T. (2022). *Biologi Molekuler*. Jakarta: Erlangga.

# BAB

# 2

## SEL DAN MAKROMOLEKUL, DAN FUNGSI BIOLOGISNYA

dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD

### A. Pendahuluan

Sel adalah unit dasar kehidupan yang menjadi fondasi struktur dan fungsi organisme. Setiap sel memiliki peran spesifik dan unik, memastikan kelangsungan hidup dan fungsi suatu organisme secara keseluruhan (Alberts et al., 2014). Sebagai tempat terjadinya proses-proses biokimia yang kompleks, sel merupakan lanskap yang penuh dengan berbagai macam molekul. Di antara molekul-molekul tersebut, keberadaan makromolekul krusial dalam homeostasis fungsi sel.

Makromolekul merupakan "molekul besar"; yang terdiri dari unit-unit yang lebih kecil, atau monomer, dengan ikatan kovalen. Terdapat empat jenis utama makromolekul dalam sel: protein, asam nukleat, karbohidrat, dan lipid. Tiap makromolekul mempunyai struktur dan fungsi, serta berperan dalam berbagai proses seluler, seperti pengendalian reaksi kimia, penyimpanan informasi genetik, dan penyediaan energi (Nelson and Cox, 2017).

Sel dan makromolekul adalah dua elemen fundamental dalam biologi. Memahami interaksi dan fungsi mereka adalah kunci untuk memahami kehidupan itu sendiri. Melalui penelitian dan eksplorasi lebih lanjut, kita akan terus menambah pemahaman kita tentang mekanisme yang mendasari fungsi dan interaksi makromolekul di dalam sel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., others, 2014. *Molecular Biology of the Cell*, 6th ed. Garland Science, New York.
- Guton, Hall, J.E., 2020. *Guyton & Hall Physiology Review E-Book*, 4th Edition, 4th ed.
- Janeway, C.A.Jr., Travers, P., Walport, M., others, 2001. *Immunobiology: The Immune System in Health and Disease*, 5th ed. Garland Science, New York.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S.L., others, 2000. *Molecular Cell Biology*, 4th ed. W. H. Freeman, New York.
- National Cancer Institute, 2015. *What is Cancer?* Bethesda, MD.
- National Institutes of Health, 2020. *Stem Cell Basics*.
- Nelson, D.L., Cox, M.M., 2017. *Lehninger Principles of Biochemistry*, 7th ed. W.H. Freeman and Company, New York.
- Nunnari, J., Suomalainen, A., 2012. Mitochondria: In Sickness and in Health. *Cell* 148, 1145-1159.
- Purves, D., Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., others (Eds.), 2012. *Neuroscience*, 5th ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M., Murphy, A., 2015. *Plant Physiology and Development*, 6th ed. Sinauer Associates, Sunderland.

# BAB 3

## ASAM NUKLEAT, STRUKTUR ASAM NUKLEAT DAN SIFAT FISIKNYA

apt. Khairuddin, S.Si., M.Si.

### A. Pendahuluan

Asam nukleat, asam deoksiribonukleat (DNA) dan asam ribonukleat (RNA), membawa informasi genetik yang dibaca dalam sel untuk membuat RNA dan protein yang digunakan makhluk hidup. Struktur heliks ganda DNA memungkinkan informasi ini untuk disalin dan diwariskan ke generasi berikutnya. Pada bab ini merangkum struktur dan fungsi dari asam nukleat. Pada bagian ini juga dijelaskan struktur molekul DNA dan RNA. Konsep gen telah berkembang sejak pertama kali diciptakan dan bagaimana DNA disalin menjadi RNA (transkripsi) dan diterjemahkan ke dalam protein (translasi).

### B. Pengertian

Asam nukleat merupakan senyawa makromolekul kompleks alami yang berfungsi sebagai molekul pembawa informasi utama dalam sel, berperan penting dalam mengendalikan sintesis protein. Asam nukleat (*nucleic acid*) memiliki bobot molekul tinggi, dan tersusun atas rantai nukleotida yang mengandung informasi genetik. Asam nukleat terdiri dari 2 jenis, yaitu *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) dan *Ribonucleic Acid* (RNA). Asam nukleat menentukan sifat yang diwariskan setiap makhluk hidup. Semua organisme dan sebagian besar virus memiliki materi genetik terdiri dari DNA. RNA merupakan materi genetik virus tertentu, tetapi juga ada

## DAFTAR PUSTAKA

- Bohidar, H. B. (2018) *Physics of Nucleic Acids. Physics and Molecular Biophysics.* Cambridge University Press.
- Bowater, R. P. (2005) 'Nucleotides: Structure and Properties', *Encyclopedia Of Life Sciences*, pp. 1-9. doi: 10.1038/npg.els.0003903.
- Chatterjee, S. (2008) *Physicochemical and Structural Aspects of Nucleic Acids.* Acta Universitatis Upsaliensis. Available at: <http://publications.uu.se/abstract.xsql?dbid=8360>.
- Jarosz, D. F. (2022) 'Structure and Functions of Nucleic Acid', *Transcriptomics: Open Access*, 8(3), pp. 1-2. doi: 10.35248/2329-8936.22.8.115.
- Minchin, S. and Lodge, J. (2019) 'Understanding biochemistry: Structure and function of nucleic acids', *Essays in Biochemistry*, 63(4), pp. 433-456. doi: 10.1042/EBC20180038.
- Saenger, W. (1984) *Principles of Nucleic Acid Structure, Principles of Nucleic Acid Structure.* Springer-Verlag. doi: 10.1016/C2019-0-00340-8.
- Tinoco, I. (1996) 'Nucleic acid structures, energetics, and dynamics', *Journal of Physical Chemistry*, 100(31), pp. 13311-13322. doi: 10.1021/jp953053p.
- Zhu, G. et al. (2022) 'Application of Nucleic Acid Frameworks in the Construction of Nanostructures and Cascade Biocatalysts: Recent Progress and Perspective', *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9(January), pp. 1-27. doi: 10.3389/fbioe.2021.792489.



# BAB 4 | SPEKTROSKOPIS DARI ASAM NUKLEAT

Atep Dian Supardan, S.Si. M.Si.

## A. Pendahuluan

Asam nukleat terdapat pada semua sel hidup yang bertugas menyimpan dan mentransfer genetik, kemudian menerjemahkan informasi ini secara tepat untuk mensintesis protein yang khas bagi masing-masing sel. Asam nukleat terdiri atas asam deoksiribonukleat (DNA) dan asam ribonukleotida (RNA). Perbedaan keduanya dapat dilihat pada Tabel 4. 1.

Tabel 4. 1 Perbedaan DNA dan RNA

Parameter	DNA	RNA
Letak	nukleus dan plastida	nukleus, matriks, sitoplasma, plastida
Bentuk rantai	double helix	tunggal, ganda tidak berpilin
Kadar	tetap	tidak tetap
Basa Purin	adenine dan guanine	adenine dan guanine
Basa Pirimidin	timin dan sitosin	urasil dan sitosin
Gula	deoksiribosa	ribosa
Fungsi	pengendali faktor keturunan dan sintesis protein	berperan dalam aktivitas sintesis protein RNA

## DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, S., Muhammad, K., Zaman, H., Khan, S., Nouroz, F., & Bibi, N. (2017). Molecular Genetic Analysis of Type II DIABETES ASSOCIATED m.3243A>G Mitochondrial DNA Mutation in a Pakistani Family. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 18(3), 305–308.
- L. Liu and H. Miao, "A Specification Based Approach to Testing Polymorphic Attributes," in *Formal Methods and Software Engineering: Proc. of the 6th Int. Conf. on Formal Engineering Methods, ICFEM 2004*, Seattle, WA, USA, November 8-12, 2004, J. Davies, W. Schulte, M. Barnett, Eds. Berlin: Springer, 2004. pp. 306-19.
- Madurani KA, Suprpto, MY Syahputra, I Puspita, AH Furqoni, L Puspasari, H Rosyidah, AM Hatta, Juniastuti, MI Lusida, M Tominaga, F Kurniawan. (2022). Fluorescence Spectrophotometry for COVID-19 Determination in Clinical Swab Samples. *Arabian Journal of Chemistry* 15:1-9. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.222.104020>
- Perwitasari, D. A., Faridah, I. N., Dania, H., Irham, L. M., Salsabila, F. V., & Maliza, R. (2020). Genotype of Potassium Inwardly Rectifying Channel, Subfamily J, Member 11 (KCNJ 11) Gene and Glycaemia Control in Diabetic Patients: A Narrative Review. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(9), 627–631. <https://doi.org/10.31838/srp.2020.9.92>
- Vekariya PA, PS Karia, BS Bhatt, MN Patel. (2019). Spectroscopic and Electrochemical Study for Evaluating DNA Interaction Activity of 4-(3-halophenyl)-6-(pyridin-2-yl) pyrimidin-2-Amine Based Piano Stool Cp\* Rh (III) and Ir (III) Complexes. *Appl Organometal Chem.* 2019: 51-52. DOI: 10.1002/aoc.5152
- Viljoen CD, C Booysen, SS Tantuan. (2022). The suitability of using spectrophotometry to determine the concentration and purity of DNA extracted from processed food matrices. *Journal of*

Food Composition and Analysis 112: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104689>

# BAB 5

## BIOENERGETIKA DAN METABOLISME

dr. Kinik Darsono, MMed. Ed.

### A. Pendahuluan

Bioenergetika dan metabolisme tubuh manusia adalah dua aspek penting dalam memahami bagaimana tubuh manusia berfungsi. Bioenergetika membahas tentang cara energi diproduksi, disimpan, dan digunakan di dalam tubuh manusia. Sementara itu, metabolisme tubuh manusia membahas tentang proses-proses biokimia yang terjadi di dalam tubuh manusia untuk menghasilkan energi dari makanan yang kita konsumsi.

Kedua aspek ini saling berkaitan dan memainkan peranan penting dalam menjaga kesehatan tubuh manusia. Dalam bab ini, akan dibahas secara terperinci tentang bioenergetika dan metabolisme tubuh manusia.

### B. Bioenergetika

Bioenergetika adalah ilmu yang mempelajari tentang produksi, penyimpanan, dan penggunaan energi di dalam organisme hidup. Secara sederhana, bioenergetika dapat diartikan sebagai studi tentang energi dalam sistem biologis. Adapun beberapa energi diantaranya yang harus kita pelajari adalah :

#### 1. Produksi Energi dalam Tubuh Manusia

Energi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia meliputi energi yang diperoleh dari makanan dan energi yang diproduksi melalui proses metabolisme tubuh. Proses metabolisme tubuh mengubah nutrisi yang masuk ke dalam

## DAFTAR PUSTAKA

- Williams, M. H. (1998). *Nutrition for Health, Fitness & Sport* (5th ed.). Dubuque, IA: Brown & Benchmark.
- Bray, G. A., & Popkin, B. M. (1998). Dietary Fat Intake Does Affect Obesity! *The American Journal of Clinical Nutrition*, 68(6), 1157-1173.
- Eckel, R. H., & Grundy, S. M. (1999). Zimmet PZ, McCarty DJ, de Courten MP. The Metabolic Syndrome. *Lancet*, 352(9143), 819-821.
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., & Stryer, L. (2002). *Biochemistry* (5th ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Meigs, J. B., Wilson, P. W., Nathan, D. M., D'Agostino Sr, R. B., Williams, K., Haffner, S. M., & for the Framingham Offspring Study. (2003). Prevalence and Characteristics of The Metabolic Syndrome in tTe San Antonio Heart and Framingham Offspring Studies. *Diabetes*, 52(8), 2160-2167.
- Wang, Y., Beydoun, M. A., Liang, L., Caballero, B., & Kumanyika, S. K. (2008). Will all Americans Become Overweight or Obese? Estimating The Progression and Cost of The US Obesity Epidemic. *Obesity*, 16(10), 2323-2330.
- Johnson, R. K., Appel, L. J., Brands, M., Howard, B. V., Lefevre, M., Lustig, R. H., ... & Wylie-Rosett, J. (2009). Dietary Sugars Intake and Cardiovascular Health: A Scientific Statement from The American Heart Association. *Circulation*, 120(11), 1011-1020.
- Gropper, S. S., Smith, J. L., & Groff, J. L. (2009). *Advanced Nutrition and Human Metabolism* (5th ed.). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Koeslag, J. H., Noakes, T. D., & Sloan, A. W. (2012). Metabolic Processes During Exercise: Bioenergetics and Metabolism in Athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(6), 616-625.

American Diabetes Association. (2019). Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2019. *Diabetes Care*, 42(Supplement 1), S13-S28.

# BAB 6

## PROTEIN, KONFORMASI, DAN FUNGSI BIOLOGI DARI PROTEIN

Dr. Fathma Syahbanu, S.TP

### A. Protein

Protein merupakan komponen yang melimpah di semua sel, dan hampir semua protein (kecuali protein penyimpanan) penting untuk fungsi biologis dan struktur sel. Protein memiliki massa molekul yang bervariasi, mulai dari sekitar 5.000 hingga lebih dari satu juta Dalton. Protein tersusun atas elemen-elemen seperti hidrogen, karbon, nitrogen, oksigen, dan sulfur. Dua puluh asam amino (Gambar 6.1) adalah bahan penyusun atau *building block* dari protein, serta residu dari asam amino yang terkandung dalam protein ini dihubungkan oleh ikatan peptida (Gambar 6.2) (Neilan and Shih, 2003). Nitrogen adalah elemen yang paling membedakan yang terkandung dalam protein. Namun, kandungan nitrogen dalam berbagai protein makanan berkisar antara 13,4 hingga 19,1% karena adanya variasi komposisi asam amino spesifik pada protein. Umumnya, protein yang kaya akan asam amino basa mengandung lebih banyak nitrogen (Nielsen, 2017).

Protein dapat diklasifikasikan berdasarkan komposisi, struktur, fungsi biologis, atau sifat kelarutannya. Sebagai contoh: 1) protein sederhana hanya mengandung asam amino saat dihidrolisis, sementara 2) pada protein terkonjugasi mengandung asam amino dan komponen non-asam amino, seperti lipid (lipoprotein), rantai oligosakarida (glikoprotein), ion logam (metaloprotein), dan gugus fosfat (fosfolipid). Struktur protein dapat direpresentasikan sebagai struktur



## DAFTAR PUSTAKA

- Dasgupta, M., Sharkey, J. and Wu, G. (2005) 'Inadequate Intakes of Indispensable Amino Acids Among Homebound Older Adults', *J Nutr Elder*, 24(3), pp. 85–99. doi:10.1300/J052v24n03\_07.
- Gemedo, H.F. and Ratta, N. (2014) 'Antinutritional Factors in Plant Foods: Potential Health Benefits and Adverse Effects', *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(4), p. 284. doi:10.11648/j.ijnfs.20140304.18.
- Gupta, R.K., Gangoliya, S.S. and Singh, N.K. (2015) 'Reduction of Phytic Acid and Enhancement of Bioavailable Micronutrients in Food Grains', *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), pp. 676–684. doi:10.1007/s13197-013-0978-y.
- Hendek Ertop, M. and Bektaş, M. (2018) 'Enhancement of Bioavailable Micronutrients and Reduction of Antinutrients in Foods With Some Processes', *Food and Health*, 4(3), pp. 159–165. doi:10.3153/fh18016.
- Marinangeli, C.P.F. and House, J.D. (2017) 'Potential Impact of The Digestible Indispensable Amino Acid Score as A Measure of Protein Quality On Dietary Regulations and Health', *Nutrition Reviews*, 75(8), pp. 658–667. doi:10.1093/nutrit/nux025.
- Medugu, C.I. *et al.* (2012) 'Strategies to Improve The Utilization of Tannin-Rich Feed Materials by Poultry', *International Journal of Poultry Science*, 11(6), pp. 417–423. doi:10.3923/ijps.2012.417.423.
- Neilan, E.G. and Shih, V.E. (2003) *Amino Acids, Encyclopedia of the Neurological Sciences*. Edited by R.B.D. Michael J. Aminoff. USA: Academic Press. doi:10.1016/B0-12-226870-9/00003-4.
- Nielsen, S.S. (2017) *Food Analysis Laboratory Manual*. 5th edn. USA: Springer Cham. doi:10.1007/978-3-319-44127-6.
- Phillips, S.M. (2017) 'Current Concepts and Unresolved Questions

in Dietary Protein Requirements and Supplements in Adults', *Frontiers in Nutrition*, 4(May), pp. 1–10. doi:10.3389/fnut.2017.00013.

Salunkhe, D., Chavan, J. and Kadam, S. (1990) *Dietary Tannins: Consequences and Remedies*, CRC Press. Boca Raton: CRC Press. Available at: <https://www.unhcr.org/publications/manuals/4d9352319/unhcr-protection-training-manual-european-border-entry-officials-2-legal.html?query=excom> 1989.

Shamsi, T.N. *et al.* (2018) 'Trypsin Inhibitors from *Cajanus cajan* and *Phaseolus limensis* Possess Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Antibacterial Activity', *Journal of Dietary Supplements*, 15(6), pp. 939–950. doi:10.1080/19390211.2017.1407383.

Stevenson, L. *et al.* (2012) 'Wheat Bran: Its Composition and Benefits to Health, A European Perspective', *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(8), pp. 1001–1013. doi:10.3109/09637486.2012.687366.

Trumbo, P. *et al.* (2002) 'Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids', *J Am Diet Assoc*, 102(11), pp. 1621–1630. doi:10.1016/s0002-8223(02)90346-9.

Watford, M. and Wu, G. (2018) 'Protein', *Advances in Nutrition*, 9(5), pp. 651–653. doi:10.1093/ADVANCES/NMY027.

Wu, G. (2016) 'Dietary Protein Intake and Human Health', *Food and Function*, 7(3), pp. 1251–1265. doi:10.1039/c5fo01530h.

Zhang, L. *et al.* (2023) 'Effect of Metal Ions on the Interaction of Condensed Tannins with Protein', *Foods*, 12(4). doi:10.3390/foods12040829.

# BAB

# 7

# SINTESIS PROTEIN

Jekmal Malau, S.Si.,M.Si

## A. Pengenalan Sintesis Protein

Sebelum kita masuk lebih dalam dalam kajian inti pada bab buku ini, mari kita bayangkan jika semua zat di dunia ini bentuknya tampak seperti bentuk molekul lengkapnya, dengan semua ikatan dan geometrisnya, maka mungkin kita kemudian akan berpikir saat kita memakan telur matang akan terlihat bentuk makromolekul protein yang telah terdegradasi atau bahkan tubuh kita sebagai manusia yang dua pertiganya tersusun atas protein akan terlihat dengan jelas. Lalu mengapa semua produk akhir protein yang terbentuk berbeda dengan penyusunnya (sumber asal sintesisnya)? Hal tersebut disebabkan karena adanya sekuens DNA yang berbeda dalam membentuk satu produk protein dengan protein lainnya (Cooper, 2000). Berbicara tentang protein, protein merupakan pemeran utama dalam sebagian besar proses metabolisme sel, memiliki fungsi dan tugas yang beranekaragam. Protein dalam setiap organisme dibuat menggunakan informasi gen yang tersimpan dalam genom.

Dalam beberapa dekade terakhir, kemajuan dalam teknik laboratorium biomolekuler untuk mempelajari bidang mikroskopis pada level molekul telah membawa kita pada pemahaman yang lebih besar tentang sentral dogma. Dimulai dari DNA yang ditranskripsi akan menghasilkan RNA kemudian diterjemahkan dan dikonversi dalam bahasa protein sebagai wujud akhir dari perjalanan sebuah kode cetak biru sel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahern, K. (2019) *Biochemistry and Molecular Biology*. Virginia: The Great Courses.
- Alberts, J., Johnson, A. and Lewis, J. (2002) 'Protein Function', in *Molecular Biology of the Cell*. 4th edn. New York: Garland Science.
- Anisimova, A.S. *et al.* (2018) 'Protein Synthesis and Quality Control In Aging.', *Aging*, 10(12), pp. 4269–4288. Available at: <https://doi.org/10.18632/aging.101721>.
- Aouniti, A. *et al.* (2017) 'Amino Acid Compounds as Eco-Friendly Corrosion Inhibitor in Acidic Media- Review', *Arabian Journal of Chemical and Environmental Research*, 4(1), pp. 18–30.
- Casamassimi, A. and Ciccodicola, A. (2019) 'Transcriptional Regulation: Molecules, Involved Mechanisms, and Misregulation.', *International journal of molecular sciences*, 20(6). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms20061281>.
- Chen, B. *et al.* (2018) 'Protein Lipidation in Cell Signaling and Diseases: Function, Regulation, and Therapeutic Opportunities.', *Cell chemical biology*, 25(7), pp. 817–831. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chembiol.2018.05.003>.
- Chen, Y. *et al.* (2008) 'Protein Folding: Then and Now.', *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 469(1), pp. 4–19. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.abb.2007.05.014>.
- Cheziyan, J.E. (2021) 'A Review on Protein Synthesis and Genetic Code', *Biochemistry & Molecular Biology Journal*, 7, pp. 1–5.
- Clark, D.P., Pazdernik, N.J. and McGehee, M.R. (2019) 'Protein Synthesis', in *Molecular Biology*. Elsevier, pp. 397–444. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813288-3.00013-6>.

- Cooper, G. (2000) 'Protein Synthesis, Processing, and Regulation', in *The Cell: A Molecular Approach*. 2nd edn. Sunderland: Sinauer Associates.
- Hashiguchi, A. and Komatsu, S. (2017) 'Posttranslational Modifications and Plant-Environment Interaction', in pp. 97-113. Available at: <https://doi.org/10.1016/bs.mie.2016.09.030>.
- Hershey, J.W.B., Sonenberg, N. and Mathews, M.B. (2012) 'Principles of Translational Control: An Overview.', *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 4(12). Available at: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a011528>.
- Hoerter, J.E. and Ellis, S.R. (2023a) *Biochemistry, Protein Synthesis*. Treasure Island: StatPearls Publishing.
- Hoerter, J.E. and Ellis, S.R. (2023b) *Biochemistry, Protein Synthesis*.
- Holland, I.B. (2004) 'Translocation of Bacterial Proteins—An Overview', *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*, 1694(1-3), pp. 5-16. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2004.02.007>.
- Hsieh, M.-L. and Borger, J. (2022) 'RNA Polymerase', in *Biochemistry*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Lathi, L. (2010) *Probabilistic Analysis of The Human Transcriptome With Side Information*. Aalto University School of Science and Technology.
- Lopez, M.J. and Mohiudin, S.S. (2023) 'Essential Amino Acids', in *Biochemistry*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Louten, J. (2016) 'Features of Host Cells', in *Essential Human Virology*. Elsevier, pp. 31-48. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800947-5.00003-X>.
- Padmanabhan, S. (2014) *Handbook of Pharmacogenomics and Stratified Medicine*. London.
- Ramazi, S. and Zahiri, J. (2021) 'Posttranslational Modifications in Proteins: Resources, Tools and Prediction Methods.',

- Database : The Journal of Biological Databases and Curation*, 2021.  
Available at: <https://doi.org/10.1093/database/baab012>.
- Rodnina, M. V (2018) 'Translation in Prokaryotes.', *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 10(9). Available at: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a032664>.
- Sanvictores T and Farci, F. (2023) *Biochemistry*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Shen, F. and Sergi, C. (2023) *Biochemistry, Amino Acid Synthesis and Degradation*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Uversky, V.N. (2013) 'Posttranslational Modification', in *Brenner's Encyclopedia of Genetics*. Elsevier, pp. 425–430. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374984-0.01203-1>.
- Wang, D. and Farhana, A. (2023) *Biochemistry, RNA Structure*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Xu, C. *et al.* (2021) 'Uncertainties in Synthetic DNA-Based Data Storage.', *Nucleic acids research*, 49(10), pp. 5451–5469. Available at: <https://doi.org/10.1093/nar/gkab230>.

# BAB 8

## ENZIM

Megawati, S.Pd.,M.Si.

### A. Pendahuluan

Dua ciri penting makhluk hidup adalah dapat bereplikasi dan reaksi yang terjadi pada makhluk hidup dikatalisis oleh enzim. Enzim adalah sentral untuk setiap proses biokimia. Enzim mengkatalisis setiap reaksi pada deretan reaksi metabolisme baik pada degradasi molekul nutrisi menghasilkan molekul yang lebih sederhana dan energi kimia (katabolisme) maupun pada pembuatan makromolekul dari prekursor sederhana (anabolisme). Enzim juga dapat mengontrol kadar metabolik pada deretan reaksi tersebut. Oleh sebab itu, kerusakan enzim dapat berakibat fatal pada makhluk hidup. Tanpa enzim reaksi berlangsung sangat lambat. Tanpa enzim, untuk mendegradasi makanan pagi anda dibutuhkan waktu sekitar 50 tahun. Sungguh waktu yang sangat lama. Pada bab ini, kita memfokuskan perhatian pada katalis reaksi sistem biologi, yaitu 'enzim', suatu protein yang paling luar biasa dan sangat khusus. Enzim mempunyai tenaga katalitik yang luar biasa. Daya katalitik enzim sering jauh lebih besar daripada katalis inorganik atau katalis sintetik. Enzim mempunyai derajat spesifikan yang tinggi untuk substratnya. Enzim mempercepat reaksi dengan dahsyat dan enzim berfungsi dalam larutan berair pada kondisi pH dan suhu tertentu. Sedikit katalis nonbiologi yang mempunyai semua sifat ini. Studi mengenai enzim mempunyai manfaat yang besar sekali terutama pada beberapa penyakit, khususnya pada penyakit genetik. Pada

## DAFTAR PUSTAKA

- Blanco, A., & Blanco, G. (2017). Enzymes. *Medical Biochemistry*, p. 153–175. doi:10.1016/b978-0-12-803550-4.00008-2
- Campbell MK., Farrell SO. (2006). *Biochemistry*, 5th ed. USA: Thomson Books/Cole.
- Denniston KJ, Topping JJ, Caret RL. (2008). *General, Organic, and Biochemistry*, 6th ed. New York: McGraw-Hill.
- Harley JP, Prescott LM. (2002). *Laboratory Exercise in Microbiology*, 5th ed. New York: McGraw-Hill.
- Koolman J, Roehn KH. (2005). *Color Atlas of Biochemistry*, 2nd ed. New York: Thieme
- Madigan MT, Martinko JM, Stahl DA, Clark DP. (2012). *Brock Biology of Microorganisms*, 13th ed. San Francisco: Benjamin Cumming.
- Minda Azhar. (2016). *Biomolekul Sel*. UNP Press.
- Moran LA, Horton HR, Scringeour KG, Perry MD. (2012). *Principle of Biochemistry*, 5th ed. USA: Pearson Education, Inc.
- Nelson DL, Cox MM. (2008). *Lehninger Principles of Biochemistry*. 5th ed, New York: WH Freeman and Company.
- Voet D, Voet JG. (2011). *Biochemistry*. 4th edition .USA: John Wiley & Sons Inc



# BAB 9 | KINETIK ENZIM DAN REGULASI ENZIM

Dr. Evy Yulianti, M. Sc

## A. Pendahuluan

Reaksi kimia yang tak terhitung jumlahnya terjadi pada waktu tertentu pada setiap makhluk hidup. Mereka mengubah zat eksogen, yang datang berupa makanan, untuk mendapatkan energi dan bahan dasar yang akan digunakan untuk sintesis molekul endogen. Transformasi biokimia ini dilakukan secara cepat dan dengan efisiensi yang tinggi. Kehadiran katalis memungkinkan reaksi kimia pada makhluk hidup terjadi dengan kecepatan tinggi dan dalam kondisi yang sesuai dengan yang dibutuhkan dalam kehidupan. Enzim adalah katalis biologis (juga dikenal sebagai biokatalis) yang mempercepat reaksi biokimia pada organisme hidup. Spesifisitas enzim memungkinkan mereka untuk memiliki selektivitas tinggi untuk membedakan antara zat yang berbeda dan bahkan antara isomer optik suatu senyawa. Aktivitas katalitik enzim yang sangat besar dinyatakan dengan konstanta,  $k_{cat}$ , yang secara beragam disebut sebagai tingkat *turnover*, frekuensi *turnover* atau jumlah *turnover*. Konstanta ini mewakili jumlah molekul substrat yang dapat dikonversi menjadi produk oleh molekul enzim tunggal per satuan waktu (biasanya per menit atau per detik) (Robinson, 2015). Analisis sifat dinamis dan *steady-state* dari jaringan biokimia bergantung pada informasi tentang parameter kinetika enzim (Miskovic et al., 2019). Kinetika enzim adalah studi tentang faktor-faktor yang menentukan kecepatan reaksi yang dikatalisis enzim. Studi ini menggunakan beberapa persamaan

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhagavan, N. V., & Ha, C.-E. (2011). Enzymes and Enzyme Regulation. *Essentials of Medical Biochemistry*, 47–58. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-095461-2.00006-0>
- Blanco, A., & Blanco, G. (2017). Enzymes. *Medical Biochemistry*, 153–175. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803550-4.00008-2>
- Clarke, K. G. (2013). Enzymes as Biocatalysts. In *Bioprocess Engineering* (pp. 75–96). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781782421689.75>
- Eun, H.-M. (1996). Enzymes and Nucleic Acids: General Principles. *Enzymology Primer for Recombinant DNA Technology*, 1–108. <https://doi.org/10.1016/B978-012243740-3/50004-1>
- Kou, S. C., Cherayil, B. J., Min, W., English, B. P., & Xie, X. S. (2005). Single-Molecule Michaelis - Menten Equations. *Journal of Physical Chemistry B*, 109(41), 19068–19081. <https://doi.org/10.1021/jp051490q>
- Lee, A. A., Huang, W. Y. C., Hansen, S. D., Kim, N. H., Alvarez, S., Groves, J. T., Designed, J. T. G., & Performed, S. A. (2021). Stochasticity and Positive Feedback Enable Enzyme Kinetics at The Membrane To Sense Reaction Size. *BIOPHYSICS AND COMPUTATIONAL BIOLOGY*, 118(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2103626118/-/DCSupplemental>
- Miskovic, L., Tokic, M., Savoglidis, G., & Hatzimanikatis, V. (2019). Control Theory Concepts for Modeling Uncertainty in Enzyme Kinetics of Biochemical Networks. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 58(30), 13544–13554. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b00818>
- Palmer, T., & Bonner, P. L. (2011). Kinetics of Single-Substrate Enzyme-Catalysed Reactions. *Enzymes*, 105–125. <https://doi.org/10.1533/9780857099921.2.105>

- Qian, H. (2008). Cooperativity and Specificity in Enzyme Kinetics: A single-molecule time-based perspective. In *Biophysical Journal* (Vol. 95, Issue 1, pp. 10–17). Biophysical Society. <https://doi.org/10.1529/biophysj.108.131771>
- Robinson, P. K. (2015). Enzymes: Principles and Biotechnological Applications. *Essays in Biochemistry*, 59, 1–41. <https://doi.org/10.1042/BSE0590001>
- Roskoski, R. (2007). Modulation of Enzyme Activity. In S. J. Enna & D. B. Bylund (Eds.), *xPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference* (pp. 1–11). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008055232-3.60042-X>
- Roskoski, R. (2015). Michaelis-Menten Kinetics☆. In *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801238-3.05143-6>
- Talens-Perales, D., Marín-Navarro, J., & Polaina, J. (2016). Enzymes: Functions and Characteristics. *Encyclopedia of Food and Health*, 532–538. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00256-7>
- Yang, R., Rodriguez-Fernandez, M., St. John, P. C., & Doyle, F. J. (2013). Systems Biology. In *Modeling Methodology for Physiology and Medicine: Second Edition* (pp. 159–187). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411557-6.00008-2>

# BAB 10

## STRUKTUR DNA, REPLIKASI DNA, PADA PROKARIOTIK, SEL EUKARIOTIK DAN REKOMBINASI

Ahsanal Kasasiah, S.Si., M.Si

### A. Pendahuluan

Deoxyribonucleic acid (DNA) atau Asam Deoksiribonukleat merupakan salah satu dari asam nukleat yang mengandung informasi genetik untuk menentukan urutan asam amino, yang selanjutnya mempengaruhi struktur dan fungsi dari protein yang terdapat pada sel (Lodish *et al.*, 2008; Reece *et al.*, 2015). Molekul DNA terdapat dalam sel, direplikasi dan diwariskan dari generasi ke generasi, berpengaruh terhadap instruksi dan proses kehidupan karena mengatur bentuk dan fungsi sel, protein, hormon, enzim dan sebagainya; dan dalam skala individu mempengaruhi fenotip dan perkembangan individu (Lodish *et al.*, 2008; Taylor *et al.*, 2021).

Pada bab ini akan mengkaji molekul DNA meliputi struktur DNA, tahap replikasinya pada sel prokariotik dan eukariotik serta mekanisme rekombinasi.

### B. Struktur DNA

Struktur DNA pertama kali ditemukan oleh James Watson dan Francis Crick berdasarkan hasil dari studi awal seorang ahli biofisika yaitu Rosalind Franklin. Rosalind Franklin menggunakan teknik kristalografi X-Ray pada DNA (Gambar 10.1), yang merupakan studi terobosan pertama yang tercatat berkaitan dengan struktur DNA (Campbell *et al.*, 2018; Taylor *et al.*, 2021).

## DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N.A. et al. (2018) *Biology : A Global Approach*. 11th edn. Harlow Essex England: Pearson Education Limited.
- Jaskelioff, M. et al. (2011) 'Telomerase Reactivation Reverses Tissue Degeneration In Aged Telomerase-Deficient Mice', *Nature*, 469, pp. 102-106.
- Lodish, H.F. et al. (2008) *Molecular Cell Biology*. 6th edn. New York: W.H Freeman.
- Reece, J. et al. (2015) *Biology: Concepts and Connections*. 8th edn. New York: Pearson Education.
- Taylor, M. et al. (2021) *Campbell Biology: Concepts & Connections (Global Edition)*. 10th edn. New York: Pearson.
- Thieman, W.J. and Palladino, M.A. (2020) *Introduction to Biotechnology*. Fourth. Harlow Essex United Kingdom: Pearson Education Limited

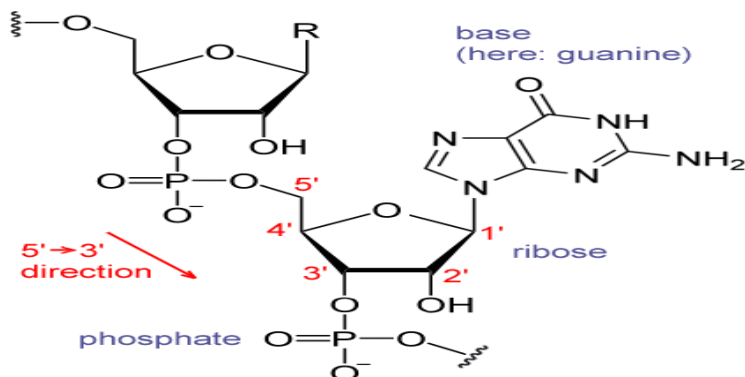
# BAB 11

## STRUKTUR RNA, TRANSKRIPSI, DAN PROSESING RNA

Nisa Ihsani, S.Si, M.Si.

### A. Struktur RNA

*Ribonucleic Acid* (RNA) merupakan materi genetik yang tersusun atas monomer nukleotida. Nukleotida RNA terdiri dari gula pentosa, fosfat, dan basa nukleotida (Gambar 11.1). Terdapat empat jenis basa nukleotida pada RNA, yaitu adenin (A), guanin (G), sitosin (C), dan urasil (U). Ujung karbon no.5 pada gula pentosa RNA merupakan ribosa yang berikatan dengan fosfat menghasilkan ujung 5'RNA. Sementara karbon no.1 pada gula ribosa berikatan dengan basa nukleotida (EMBL, 2023; Wang and Farhana, 2023)



Gambar 11. 1 Nukleotida RNA (EMBL, 2023)

Berbeda dengan DNA yang tersusun atas dua rantai polinukleotida, sebagian besar RNA tersusun atas satu rantai polinukleotida yang dapat membentuk struktur sekunder dan tersier. Struktur sekunder RNA dihasilkan dari interaksi antar sekuen RNA yang berkomplemen sehingga membentuk

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B. *et al.* (2015) *Molecular Biology of The Cell Sixth Edition*. New York: Garland Science.
- Berdanier, C. D. and Freake, H. C. (2005) *Encyclopedia of Human Nutrition (Second Edition)*. Netherlands: Elsevier.
- Chauhan, K. *et al.* (2019) 'A new Paradigm In Host-Pathogen Interactions', *J Mol Biol.*, 431(8), pp. 1565–1575. doi: 10.1016/j.jmb.2019.03.001.RNA.
- Cooper, G. and Adams, K. (2022) *The Cell: A Molecular Approach 9th Edition*. New York: Sinauer Associates.
- EMBL, E. M. B. L. (2023) *Biomacromolecular Structures*. Available at: <https://www.ebi.ac.uk/training/online/courses/biomacromolecular-structures/rna/>.
- Grozdanov, P. N. *et al.* (2018) 'The STRUCTURAL BASIS of CstF-77 Modulation of Cleavage and Polyadenylation Through Stimulation of CstF-64 activity', *Nucleic Acids Research*. Oxford University Press, 46(22), pp. 12022–12039. doi: 10.1093/nar/gky862.
- Hocine, S., Singer, R. H. and Grünwald, D. (2010) 'RNA Processing and EXPORT.', *Cold Spring Harbor Perspectives In Biology*, 2(12), pp. 1–20. doi: 10.1101/cshperspect.a000752.
- Huang, D. and Ovcharenko, I. (2022) 'Enhancer – Silencer Transitions In The Human Genome', *Genome Research*, 32(3), pp. 437–448. doi: 10.1101/gr.275992.121.Freely.
- Lee, J. H. *et al.* (2020) 'Heterochromatin: An Epigenetic Point of View In Aging', *Experimental and Molecular Medicine*. Springer US, 52(9), pp. 1466–1474. doi: 10.1038/s12276-020-00497-4.
- Mitsis, T. *et al.* (2020) 'Transcription Factors and Evolution: An Integral Part of Gene Expression (Review)', *World Academy of Sciences Journal*, 2(1), pp. 3–8. doi: 10.3892/wasj.2020.32.
- Ramanathan, A., Robb, G. B. and Chan, S. H. (2016) 'mRNA capping:

- Biological Functions and Applications', *Nucleic Acids Research*, 44(16), pp. 7511–7526. doi: 10.1093/nar/gkw551.
- Rinn, J. L. and Chang, H. Y. (2012) 'Genome Regulation by long Noncoding Rnas', *Annu. Rev. Biochem*, 81, pp. 145–166.
- Serganov, A. and Patel, D. J. (2007) 'Ribozymes, Riboswitches and Beyond: Regulation Of Gene Expression Without Proteins', *Nat. Rev. Genet.*, 8, pp. 776–790.
- Wang, D. and Farhana, A. (2023) *Biochemistry, RNA Structure, StatPearls*. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558999/>.
- Xie, Y. and Reeve, J. N. (2005) 'Regulation of Tryptophan Operon Expression In The Archaeon Methanothermobacter thermotrophicus', *Journal of Bacteriology*, 187(18), pp. 6419–6429. doi: 10.1128/JB.187.18.6419-6429.2005.
- Yan, C., Wan, R. and Shi, Y. (2019) 'Molecular Mechanisms of Pre-mRNA Splicing Through Structural Biology of the Spliceosome', *Cold Spring Harbor Perspectives In Biology*, 11(1), pp. 1–19. doi: 10.1101/cshperspect.a032409.
- Zhang, J. *et al.* (2022) 'Advances and Opportunities In RNA Structure Experimental Determination and Computational Modeling', *Nature Methods*. Springer US, 19(10), pp. 1193–1207. doi: 10.1038/s41592-022-01623-y.



# BAB 12

## REGULASI DAN EKSPRESI GEN PADA PROKARIOTIK

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

### A. Pendahuluan

Regulasi gen sangat penting untuk virus, prokariota, dan eukariota karena meningkatkan keserbagunaan dan kemampuan beradaptasi suatu organisme dengan memungkinkan sel mengekspresikan protein saat dibutuhkan.

Regulasi ekspresi gen, atau regulasi gen mencakup berbagai mekanisme yang digunakan oleh sel untuk menambah atau mengurangi produksi produk gen tertentu (protein atau RNA). Program ekspresi gen yang canggih banyak diamati dalam biologi, misalnya untuk memicu jalur perkembangan, merespons rangsangan lingkungan, atau beradaptasi dengan sumber makanan baru. Hampir setiap langkah ekspresi gen dapat dimodulasi, mulai dari inisiasi transkripsi, hingga pemrosesan RNA, dan hingga modifikasi protein pasca-translasi. Seringkali, satu pengatur gen mengendalikan yang lain, dan seterusnya, dalam jaringan pengatur gen.

### B. Regulasi Gen Pada Prokariotik

Regulasi ekspresi gen pada organisme prokariotik memiliki sedikit perbedaan dengan organisme eukariotik. Secara alamiah proses regulasi dan ekspresi gen pada organisme prokariotik bertujuan untuk beradaptasi dengan lingkungan tertentu. Karena kemampuannya ini maka organisme prokariotik memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi, Hal ini dikarenakan kemampuan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan ekspresi gen tertentu sesuai dengan perubahan

## DAFTAR PUSTAKA

- Banerjee, T. (2019) 'Regulation of Gene Expression in Prokaryotes', *Fundamentals of Molecular Biology*, pp. 569-596. doi: 10.1007/978-981-16-7041-1\_12.
- Goldberger R F; Roger G Deeley and Kathleen Mullinix K P (1976) 'Regulation Of Gene Expression In Prokaryotic Organisms', in Caspari, E. W. (ed.) *Advances in Genetics*. Academic Press, pp. 1-67.
- Ishihama, A. (2012) 'Prokaryotic Genome Regulation: A Revolutionary Paradigm', *Proceedings of the Japan Academy Series B: Physical and Biological Sciences*, 88(9), pp. 485-508. doi: 10.2183/pjab.88.485.
- Jacob, F. and Monod, J. (1961) 'Genetic Regulatory Mechanisms in The Synthesis of Proteins', *Journal of Molecular Biology*, 3(3), pp. 318-356. doi: 10.1016/S0022-2836(61)80072-7.
- Jacob, F. and Monod, J. (1965) 'Genetic Mapping of The Elements of The Lactose Region in Escherichia coli', *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 18(5-6), pp. 693-701. doi: 10.1016/0006-291X(65)90842-9.
- Jobe, A. and Bourgeois, S. (1972) 'lac repressor-operator interaction. VI. The Natural Inducer of The Lac Operon', *Journal of Molecular Biology*, 69(3), pp. 397-408. doi: 10.1016/0022-2836(72)90253-7.
- Robert F. Goldberger (1974) 'Autogenous Regulation of Gene Expression', *Science*, 183, pp. 810-816. doi: 10.1126/jb.175.2.307-316.1993.
- Zedalis J; Eggebrecht J (2018) 'Regulation of Gene Expression', in *Biology for AP® Courses*. OpenStax, pp. 436-455.

# BAB 13

## STRUKTUR DAN FUNGSI GENOMIK

Johan Sukweenadhi, Ph.D.

### A. Pendahuluan

Genomik adalah studi tentang struktur, fungsi, dan evolusi genom, yaitu keseluruhan materi genetik yang terdapat pada sel atau organisme. Genomik telah menjadi bidang penelitian yang semakin penting dalam ilmu biologi modern, karena memungkinkan kita untuk memahami lebih dalam tentang bagaimana informasi genetik diwariskan dan diatur dalam sel atau organisme. Komposisi genomik yang berbeda pada prokariotik dan eukariotik, serta struktur genomik yang kompleks, menjadi fokus utama dalam studi genomik. Selain itu, analisis genomik juga menjadi penting dalam penemuan gen baru dan studi evolusi genom.

Dalam bab ini, akan dibahas tentang komposisi genomik pada prokariotik dan eukariotik, struktur genomik, analisis genomik, serta perkembangan terkini dalam genomik. Bab ini juga akan membahas tentang pentingnya pemahaman tentang struktur dan fungsi genomik, serta implikasi genomik dalam bidang medis, pertanian, dan lingkungan. Akan dibahas juga tentang organisasi genom bakteri dan virus pada genom prokariotik, serta organisasi genom manusia, tumbuhan, dan hewan pada genom eukariotik. Bagian struktur genomik akan membahas tentang sekuens DNA, replikasi DNA, dan konservasi genomik pada prokariotik dan eukariotik. Bagian analisis genomik akan membahas tentang metode analisis genomik, seperti sekuensing genom dan komparatif genomik, serta aplikasi genomik dalam penemuan gen baru dan studi

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahlquist, P., Allison, R., Dejong, W., Janda, M., Kroner, P., Pacha, R., and Traynor, P. (1990) Molecular Biology of Bromovirus Replication and Host Specificity. In *Viral Genes and Plant Pathogenesis*. Springer New York doi:10.1007/978-1-4612-3424-1\_15.
- bioMérieux (2020) What Are Viruses and How Do They Infect Us? Accessed: 10th June 2023  
<<https://www.biomerieux.com/corp/en/blog/infectious-diseases/what-are-viruses-and-how-do-they-infect-us-.html>>.
- Chen, C., Duquenne, L., Audit, B., Guilbaud, G., Rappailles, A., Baker, A., Huvet, M., d'Aubenton-Carafa, Y., Hyrien, O., Arneodo, A., and Thermes, C. (2011) Replication-associated mutational asymmetry in the human genome. *Molecular biology and evolution* 28(8): 2327–2337.
- Cohen, I., Atlan, H., and Efroni, S. (2006) Genetics as Explanation: Limits to The Human Genome Project. *Encyclopedia of life sciences* : 1–7. doi:10.1002/9780470015902.a0005881.pub3.
- Grabowski, P., and Rappsilber, J. (2019) A Primer on Data Analytics in Functional Genomics: How to Move from Data to Insight? *Trends in Biochemical Sciences* 44(1): 21–32.
- Hülter, N., Ilhan, J., Wein, T., Kadibalban AS, Hammerschmidt K, and Dagan T (2017) An Evolutionary Perspective on Plasmid Lifestyle Modes. *Current opinion in Microbiology* 38: 74–80.
- iStock (2020) How does CRISPR-CAS9 work? *IStock Photo*. Accessed: 11th June 2023  
<<https://www.istockphoto.com/id/vektor/ilustrasi-sains-menunjukkan-crispr-cas-9-bekerja-untuk-memotong-dan-mengedit-urutan-gm1279287335-377945071>>.
- Kardos, M., Armstrong, E. E., Fitzpatrick, S. W., Hauser, S., Hedrick, P. W., Miller, J. M., Tallmon, D. A., and Chris Funk, W. (2021)

The Crucial Role of Genome-Wide Genetic Variation in Conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 118(48): e214642118.

Kirst, M., and Yu, Q. (2007) Genetical Genomics: Successes and Prospects in Plants. In *Genomics-Assisted Crop Improvement* (Vol. 1). Springer Netherlands.

Miterski, B., Kruger, R., Wintermeyer, P., and Epplen, J. (2000) PCR/SSCP Detects Reliably and Efficiently DNA Sequence Variations in Large Scale Screening Projects. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening* 3(3): 211–218.

Miyagishima, S., Nishida, K., and Kuroiwa, T. (2003) An Evolutionary Puzzle: Chloroplast and Mitochondrial Division Rings. *Trends in plant science* 8(9): 432–438.

O'Carroll, I. P., and Rein, A. (2016) Viral Nucleic Acids. In *Encyclopedia of Cell Biology* (Vol. 1). Elsevier Inc.

Sasaki, T. (1998) The rice genome project in Japan. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 95(5): 2027–2028.

Sigma Aldrich (2020) Sanger Sequencing Steps & Method. Accessed: 11th June 2023

<<https://www.sigmaaldrich.com/US/en/technical-documents/protocol/genomics/sequencing/sanger-sequencing>. >.

Thies, J. E. (2015) Molecular Approaches to Studying the Soil Biota. In *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. Elsevier doi:10.1016/B978-0-12-415955-6.00006-2.

Watson, J. D. (1990) The Human Genome Project: Past, Present, and Future. *Science* 248(4951): 44–49.

## TENTANG PENULIS



**Dr. Kartini, S.Si.T, M.Kes.** Penulis lahir di Surabaya. Penulis merupakan dosen tetap di Poltekkes Kemenkes Kendari. Penulis telah menyelesaikan pendidikan S2 di Universitas Gadjah Mada dan S3 di Universitas Hasanuddin.



**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 Doktorat (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.



**Apt. Khairuddin, S.Si., M.Si.** lahir di Maros, pada 10 Januari 1988. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Hasanuddin (S1, S2, dan Apoteker). Tercatat sebagai dosen bidang Biologi Farmasi di Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar dan telah menerbitkan beberapa Artikel penelitian pada Jurnal Nasional dan Internasional. Saat ini tengah menempuh pendidikan S3 di Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin.



**Atep Dian Supardan, S.Si., M.Si.** Merupakan anak ke lima dari tujuh bersaudara yang dilahirkan pada tanggal 3 Januari 1981, di Pangalengan Kabupaten Bandung Jawa Barat. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana (2004) dan master (2013) Kimianya di jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Penulis bekerja sebagai dosen di program studi Analisis Kimia Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor dan saat ini mengampu beberapa mata kuliah antara lain Spektroskopi, Kromatografi, elektroanalitik, identifikasi spektrum senyawa organik, pengoperasian dan pemeliharaan alat, kimia koloid dan permukaan, dan etika profesi analisis kimia. Penulis juga terlibat aktif sebagai konselor bagi mahasiswa di Sekolah Vokasi IPB dan tergabung dalam Asosiasi Profesional konselor indonesia, yang secara aktif menggunakan grafologi dan hipnoterapi untuk membantu mahasiswa yang memerlukan bantuan.



**dr. Kinik Darsono, MMed. Ed.** lahir di Karanganyar, pada 15 April 1971. Tercatat sebagai lulusan Pendidikan Profesi Dokter di Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada dan melanjutkan study S2 Medical Education di Universitas Indonesia. Selain sebagai Dokter juga seorang Programmer yang meraih Australia Award untuk aplikasi mobile Tuberculosis Eradication dan meraih beberapa penghargaan di berbagai bidang lainnya.



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





**Jekmal Malau, S.Si., M.Si.** Lahir di Tigalama, pada 9 Juli 1988. Beliau adalah anak dari pasangan Asten Malau (ayah) dan Rose Simbolon (ibu). Ia tercatat sebagai lulusan IPB University. Jekmal Malau adalah seorang dosen dan peneliti di Fakultas Ilmu Kesehatan program studi Farmasi Universitas Singaperbangsa Karawang, Beliau juga Konsultan Ahli di PT INBIO Indonesia dan PT Gelora Mandiri Group. Sebelum memilih sebagai pengajar, beliau adalah seorang praktisi profesional dengan pengalaman kerja kurang lebih 6 tahun, sebagai Field Application Scientist, PT Enigma Saintia Solusindo dan PT Sciencewerke sebagai Application Scientist Supervisor. Beberapa training baik di dalam dan luar negeri telah diikutinya seperti, Thermofisher Scientific USA, Bio-Rad laboratoris USA, Seegene Korea, Abbott Molecular Singapore, MGI-BGI China, LGC China dan masih banyak yang lain. Fokus penelitian yang diminati beliau adalah terkait kajian Bioteknologi Farmasi, Biologi Molekuler dan Farmakogenomik. Pada tahun 2023 beliau menjadi salah satu penerima pendanaan penelitian DRTPM-Kemendikbud dengan dua judul penelitian pada skema multi years. Topik penelitian yang diajukan adalah terkait polimorfisme dan analisis ekspresi gen penyebab stunting dan pengembangan Material Reference Farmakogenetik gen CYP2D6 untuk mendukung terapi Tamoxifen penyakit kanker payudara.



**Megawati, S.Pd.,M.Si.** Lahir di Palembang, pada 3 Oktober 1982 Mega ini adalah anak dari pasangan H. Syahrudin(Ayah) dan Hj. Nurlaili(Ibu). Ia Alumnus Universitas Negeri Makassar Jurusan pendidikan Kimia, sekarang mengabdikan pada Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar sebagai Dosen Dipekerjakan LLDIKTI Wilayah IX



**Dr. Evy Yulianti, M.Sc.** Lahir di Bandung, pada tanggal 26 Juli 1980. Ia tercatat sebagai lulusan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada (S1), FKMK Universitas Gadjah Mada (S2 dan S3). Wanita yang kerap disapa Evy ini adalah anak dari pasangan Alip Bin Umar (ayah) dan Sri Sukanti (ibu). Evy saat ini bekerja sebagai dosen di Departemen Pendidikan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta.



**Ahsanal Kasasiah, M.Si.** Lahir di Karawang, pada 29 Juli 1990. Menyelesaikan studi S1 Biologi dan S2 Bioteknologi di Institut Teknologi Bandung. Sejak tahun 2016 sampai sekarang menjadi dosen tetap bidang keahlian Biologi dan Bioteknologi di program studi S1 Farmasi serta menjabat sebagai Ketua Gugus Jaminan Mutu Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Singaperbangsa Karawang.



**Nisa Ihsani, S.Si., M.Si.** Lahir di Bandung, 16 Januari 1991, anak bungsu dari pasangan Endang alm. (ayah) dan Eny alm. (ibu). Setelah lulus dari S1 Biologi, SITH, Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 2013, Ia melanjutkan studi S2-nya di kampus yang sama untuk Program Studi Bioteknologi. Sejak awal perkuliahan S1, Ia sangat menyukai bidang ilmu terkait Genetika sehingga penelitiannya berfokus pada bidang tersebut hingga ia meniti karirnya sebagai dosen di Universitas Muhammadiyah Bandung pada program studi Bioteknologi.



**Dr. R. Agus Wibowo S., S.Si; M.Sc**  
Menyelesaikan studi Doktorat pada Program Studi Ilmu Kedokteran dan Kesehatan FKMK Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan peminatan Biomedis. Penulis menekuni bidang penelitian Biologi molekuler, dan bekerja pada Balai Litbangkes Magelang, Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.



**Johan Sukweenadhi, Ph.D.** Lahir di Surabaya, 30 Agustus 1989 silam. Saat ini, pria yang akrab dipanggil Johan ini bekerja sebagai dosen di Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya. Selain aktif melakukan kegiatan penelitian, Johan juga telah menjadi reviewer dan editor jurnal internasional, menulis buku-buku monograf dan buku-buku referensi, serta menjadi konsultan riset untuk Kalbe Ubaya Hanbang-Bio Lab dan Tanemi Hydroponics. Bidang riset yang menjadi minatnya adalah kultur jaringan tanaman, fisiologis tanaman terhadap stres, rekayasa genetik tanaman, pangan fungsional dan interaksi mikroba dengan tanaman.