

Editor: Emilia Vivi Arsita



# BUKU AJAR

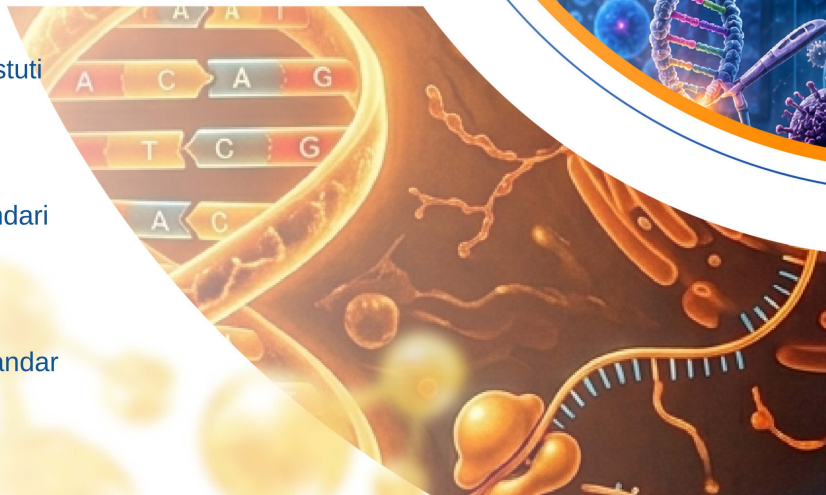
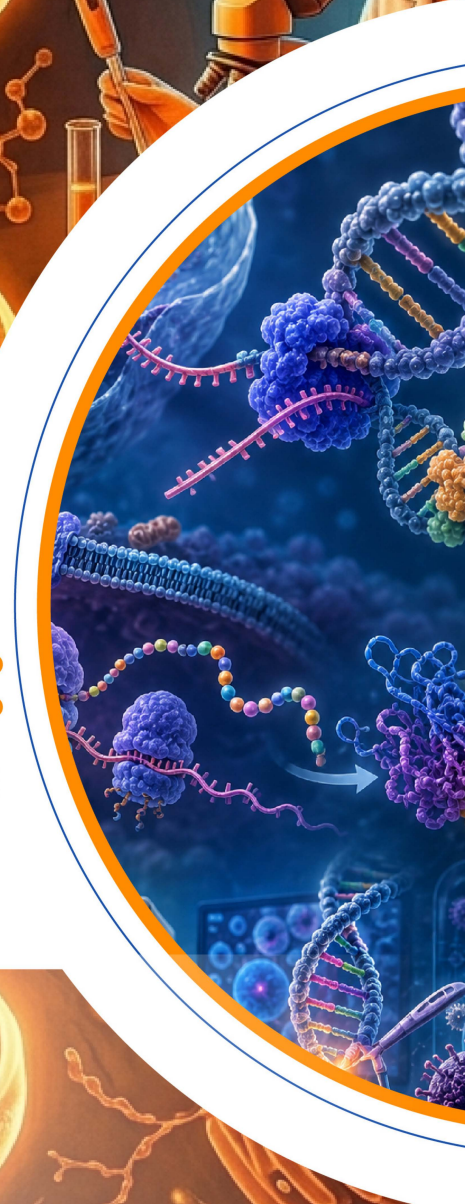
# BIOLOGI

# MOLEKULER:

## KONSEP DASAR, MEKANISME SELULER, DAN APLIKASI MODERN

### Penulis:

1. Rima Agnes Widya Astuti
2. Mutmainnah Abbas
3. Putri Kartika Sari
4. Tien
5. Anggraeni Sih Prabandari
6. Dylan Tamalsir
7. Assyafiya Salwa
8. Aminah Aminah
9. Carla Wulandari Sabandar
10. Ratna Puspita
11. Asriyani Abdullah
12. I Wayan Karta



# **BUKU AJAR BIOLOGI MOLEKULER: KONSEP DASAR, MEKANISME SELULER, DAN APLIKASI MODERN**

Rima Agnes Widya Astuti; Mutmainnah Abbas; Putri  
Kartika Sari; Tien; Anggraeni Sih Prabandari; Dylan  
Tamalsir; Assyafiya Salwa; Aminah Aminah; Carla  
Wulandari Sabandar; Ratna Puspita; Asriyani Abdullah; I  
Wayan Karta

**Editor:** Emilia Vivi Arsita



**PT. Mustika Sri Rosadi**

## **BUKU AJAR**

# **BIOLOGI MOLEKULER: KONSEP DASAR, MEKANISME SELULER, DAN APLIKASI MODERN**

### **Penulis:**

Rima Agnes Widya Astuti; Mutmainnah Abbas; Putri Kartika Sari; Tien; Anggraeni Sih Prabandari; Dylan Tamalsir; Assyafiya Salwa; Aminah Aminah; Carla Wulandari Sabandar; Ratna Puspita; Asriyani Abdullah; I Wayan Karta

**Editor:** Emilia Vivi Arsita

**Layout:** Tim PT. Mustika Sri Rosadi

**Desain Sampul:** Tim PT. Mustika Sri Rosadi

**ISBN:** 978-634-7775-16-0 (PDF)

**Cetakan Pertama:** 19 Juni 2026

Hak Cipta 2026

---

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

---

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan oleh **Penerbit Mustika Sri Rosadi**

**Anggota IKAPI No. 544/JBA/2026**

Alamat:

Citra Indah City, Bukit Heliconia, Kec. Jonggol, Kab. Bogor.

Email: [mars.mustikasrirosadi@gmail.com](mailto:mars.mustikasrirosadi@gmail.com)

Website: [mustikamars.com](http://mustikamars.com)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya buku ajar **Biologi Molekuler: Konsep Dasar, Mekanisme Seluler, dan Aplikasi Modern**. Buku ini disusun sebagai sumber belajar yang sistematis untuk membantu mahasiswa, pendidik, serta pembaca memahami prinsip-prinsip biologi molekuler, mulai dari struktur asam nukleat, replikasi DNA, transkripsi, translasi, mutasi, hingga perkembangan teknologi molekuler modern. Materi juga mencakup rekayasa genetika, PCR, elektroforesis, sekuensing DNA, bioinformatika, serta berbagai aplikasinya dalam bidang kesehatan dan industri. Setiap bab dilengkapi latihan soal guna memperkuat pemahaman konsep. Semoga buku ini memberikan manfaat sebagai referensi akademik yang mendukung pembelajaran, penelitian, dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang biologi molekuler.

Bogor, 19 Juni 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
BAB 1. PENGANTAR BIOLOGI MOLEKULER - Rima Agnes Widya Astuti.....	1
A. Pendahuluan .....	1
B. Definisi dan Ruang Lingkup Biologi Molekuler .....	2
C. Sejarah Perkembangan Biologi Molekuler .....	4
D. Konsep Dasar Biologi Molekuler.....	6
E. Dogma Sentral Biologi Molekuler .....	8
F. Hubungan Mekanisme Molekuler dengan Fungsi Sel dan Kehidupan Organisme .....	10
G. Latihan Soal .....	13
BAB 2. STRUKTUR DAN FUNGSI ASAM NUKLEAT - Mutmainnah Abbas.....	18
A. Pendahuluan .....	18
B. Struktur Kimia Asam Nukleat.....	18
C. Struktur DNA ( <i>Deoxyribonucleic Acids</i> ) .....	20
D. Jenis dan Fungsi RNA ( <i>Ribonucleic Acids</i> ) .....	23
E. Fungsi Biologis Asam Nukleat .....	25
F. Latihan Soal .....	28
BAB 3. REPLIKASI DNA - Putri Kartika Sari.....	32
A. Pendahuluan .....	32
B. Konsep Dasar Replikasi DNA.....	33

C. Struktur DNA yang Mendukung Replikasi .....	34
D. Enzim dan Protein dalam Replikasi DNA .....	35
E. Tahapan Replikasi DNA.....	36
F. Replikasi DNA pada Prokariot dan Eukariot .....	38
G. Kesalahan dan Perbaikan DNA.....	40
H. Signifikansi Replikasi DNA .....	41
I. Latihan Soal .....	42
BAB 4. TRANSKRIPSI DAN REGULASI GEN - Tien.....	46
A. Pendahuluan .....	46
B. Dogma Sentral dan Gambaran Umum Transkripsi .....	48
C. Transkripsi pada Prokariota .....	55
D. Transkripsi pada Eukariota.....	56
E. Regulasi Gen pada Prokariota.....	59
F. Regulasi Gen pada Eukariota .....	63
G. Regulasi Epigenetik.....	68
H. RNA Non-Koding dalam Regulasi Gen.....	73
I. Strategi Pemutusan Rantai Penularan HIV.....	77
BAB 5. TRANSLASI DAN SINTESIS PROTEIN - Anggraeni Sih Prabandari .....	83
A. Pendahuluan .....	83
B. Peran Sintesis Protein dalam Fungsi Sel dan kehidupan .....	83
C. Kode Genetik.....	85
D. Komponen dalam Proses Translasi .....	86
E. Tahapan Translasi.....	90
F. Perbedaan Translasi pada Prokariot dan Eukariot	93

G. Regulasi Translasi .....	95
H. Modifikasi Pasca Translasi .....	99
I. Kesalahan Translasi dan Dampaknya .....	101
J. Latihan Soal .....	103
<b>BAB 6. MUTASI DAN MEKANISME PERBAIKAN DNA -</b>	
Dylan Tamalsir .....	107
A. Pendahuluan .....	107
B. Mutasi dan Instabilitas Genom.....	108
C. Mekanisme Perbaikan DNA.....	112
D. Mutasi dan Penyakit Genetik .....	115
E. Latihan Soal .....	119
<b>BAB 7. REKAYASA GENETIKA DAN KLONING MOLEKULER</b>	
- Assyafiya Salwa .....	124
A. Pendahuluan .....	124
B. Pengenalan Rekayasa Genetik.....	125
C. Kloning gen dan aplikasinya .....	130
D. Latihan Soal .....	136
<b>BAB 8. PCR DAN TEKNIK AMPLIFIKASI DNA - Aminah</b>	
Aminah.....	142
A. Pendahuluan .....	142
B. Konsep Dasar Amplifikasi DNA .....	143
C. Prinsip Dasar Polymerase Chain Reaction (PCR)	144
D. Variasi Teknik PCR.....	148
E. Faktor Kritis dalam Amplifikasi DNA .....	150
F. Validasi dan Interpretasi Hasil Amplifikasi DNA.	152
G. Aplikasi Amplifikasi DNA dalam Berbagai Bidang	
.....	153

H. Kelebihan dan Keterbatasan Teknik Amplifikasi DNA.....	155
I. Latihan Soal .....	156
BAB 9. ELEKTROFORESIS DAN TEKNIK PEMISAHAN MOLEKUL - Carla Wulandari Sabandar .....	160
A. Pendahuluan .....	160
B. Dasar Elektroforesis .....	161
C. Elektroforesis Gel.....	165
D. Teknik Pemisahan Molekul dengan Elektroforesis Gel.....	166
E. Teknik <i>Blotting</i> .....	169
F. Latihan Soal .....	175
BAB 10. TEKNOLOGI SEKUENSING DNA DAN GENOMIK - Ratna Puspita.....	179
A. Pendahuluan .....	179
B. Pengantar Teknologi Sekuensing DNA .....	179
C. Platform Teknologi Sekuensing Modern .....	186
D. Alur Kerja Ngs (Next-Generation Sequencing Workflow).....	190
E. Latihan Soal .....	200
BAB 11. BIOINFORMATIKA DASAR DALAM BIOLOGI - Asriyani Abdullah .....	205
A. Pendahuluan .....	205
B. Konsep Dasar Bioinformatika.....	207
C. Basis Data DNA dan RNA .....	208
D. Basis Data Protein dan Struktur .....	210
E. Perangkat Lunak dan Sumber Daya Daring.....	211

F. Alur Kerja Analisis Sekuens Dasar.....	214
G. Integrasi Bioinformatika dalam Praktik Laboratorium.....	217
H. Tantangan dan Perkembangan Terkini .....	218
I. Penutup.....	218
J. Latihan Soal .....	219
<b>BAB 12. APLIKASI BIOLOGI MOLEKULER DALAM KESEHATAN DAN INDUSTRI - I Wayan Karta .....</b>	<b>223</b>
A. Pendahuluan .....	223
B. Aplikasi Biologi Molekuler dalam Kesehatan .....	225
C. Aplikasi Biologi Molekuler dalam Bidang Industri .....	237
D. Latihan Soal .....	241
DAFTAR PUSTAKA.....	248
BIOGRAFI PENULIS .....	283
BIOGRAFI EDITOR .....	301
LAMPIRAN .....	302
SINOPSIS .....	304

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 perbedaan replikasi pada prokariot dan eukariot .....	39
Tabel 3. 2 Macam kesalahan dan perbaikan DNA .....	40
Tabel 10. 1 Karakteristik utama sekuensing sanger ...	181
Tabel 10. 2 Karakteristik perbandingan platform sekuensing .....	187
Tabel 12. 1 Polymerase Chain Reaction (PCR), Real-Time PCR (qPCR), dan sekuensing DNA.....	227

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peranan enzim dan protein dalam replikasi DNA (sumber : Chaudhry & Khaddour, 2023; Cooper & Hausman, 2019).....	36
Gambar 3. 2 Peranan enzim dan protein dalam replikasi DNA .....	38
Gambar 4. 1 Dogma Sentral Biologi Molekuler. Ilustrasi disusun penulis dengan bantuan AI Claude (Anthropic) berdasarkan konsep dari Lodish, et al., 2021.....	48
Gambar 4. 2 Mekanisme Dasar TranskripsiMekanisme Dasar Transkripsi. Ilustrasi disusun penulis dengan bantuan AI Claude (Anthropic) berdasarkan konsep dari Albert et al., 2022; Lodish et al., 2021; Nelson & Cox, 2021 .....	54
Gambar 4. 3 Tahapan Transkripsi Prokariotik dan Mekanisme Terminasi. Ilustrasi disusun penulis dengan bantuan AI Claude (Anthropic) berdasarkan konsep dari Browning& Busby, 2016 .....	56
Gambar 4. 4 Pemrosesan pra-mRNA Eukariotik.Ilustrasi disusun penulis dengan bantuan AI Claude (Anthropic) berdasarkan konsep dari Proudfoot, 2011.....	59
Gambar 4. 5 Regulasi Operon Lac dan Mekanisme Atenuasi Operon Trp. Ilustrasi disusun penulis	

dengan bantuan AI Claude (Anthropic) berdasarkan konsep dari Yanofsky, 2000 .....	62
Gambar 9. 1 Ilustrasi elektroforesis .....	161
Gambar 9. 2 Migrasi makromolekul bermuatan negatif (-) dengan adanya pengaruh medan listrik (E) terhadap waktu (t). Protein 1 memiliki kecepatan migrasi (u) paling besar dibandingkan protein 2 dan 3 karena hambatan gesekannya kurang dalam media oleh karena ukurannya ( $BM_1$ ) paling kecil dibandingkan protein lain. ....	162
Gambar 9. 3 Prosedur elektroforesis gel .....	167
Gambar 9. 4 Visualisasi hasil elektroforesis gel agarosa menggunakan sinar UV (Sumber: Lee et al., 2012) .....	167
Gambar 9. 5 Denaturasi protein dengan SDS untuk menghasilkan protein yang bermuatan negatif pada teknik SDS-PAGE .....	168
Gambar 9. 6 Skema pemindahan (blotting) makromolekul pada membran dari gel agarosa. ....	169
Gambar 9. 7 Ilustrasi tahap kerja teknik Southern blot. ....	171
Gambar 9. 8 Ilustrasi tahap kerja teknik Northern blot .....	173
Gambar 9. 9 Ilustrasi tahap kerja teknik Western blot. ....	174

Gambar 9. 10 Ilustrasi metode langsung (kiri) dan metode tidak langsung (kanan) dalam pendeteksian protein menggunakan antibodi .....175



**BUKU AJAR**

# **BIOLOGI MOLEKULER:**

**KONSEP DASAR, MEKANISME  
SELULER, DAN APLIKASI  
MODERN**

Buku Ajar Biologi Molekuler: Konsep Dasar, Mekanisme Seluler, dan Aplikasi Modern menyajikan pembahasan komprehensif mengenai mekanisme molekuler yang mendasari kehidupan. Buku ini mengulas konsep dasar biologi molekuler, struktur dan fungsi asam nukleat, replikasi DNA, transkripsi, translasi, regulasi gen, mutasi, serta mekanisme perbaikan DNA. Selain itu, pembaca diperkenalkan pada berbagai teknologi modern, seperti rekayasa genetika, PCR, elektroforesis, sekuensing DNA, dan bioinformatika sebagai alat analisis molekuler. Pembahasan dilengkapi contoh penerapan dalam bidang kesehatan, industri, dan penelitian sehingga memberikan gambaran nyata mengenai peran biologi molekuler dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Buku ini dirancang sebagai referensi bagi mahasiswa, dosen, peneliti, maupun pembaca yang ingin memahami biologi molekuler secara menyeluruh.

**smars**

**BUKU AJAR BIOLOGI MOLEKULER: KONSEP DASAR,  
MEKANISME SELULER, DAN APLIKASI MODERN**



**PENERBIT**  
**PT. Mustika Sri Rosadi**

Citra Indah City, Bukit Heliconia,  
Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor

ISBN 978-634-7775-16-0 (PDF)



9

786347

775160