

Editor : Oksita Asri Widyayanti, S.Si., M.Sc



Biologi Molekular di Dunia Kesehatan



Steven Arianto, S.Si., M.Biomed | Sugireng, S.Si., M.Si | Nurul Hadiatun, S.Tr.A.K., M.Kes

Rinza Rahmawati Samsudin, S. Pd., M.Si | Mizan Sahroni, S.Si., M.Sc.

Novian Agni Yudhaswara, S. Pd, M. Biomed | Baterun Kunsah, Msi | Tanendri Arrizqiyani, M.Si

Maroloan Aruan, S.Si., M.Si. | Fusvita Merdekawati, S.ST., M.M., M.Si | Ainutajriani, S.Tr.A.K., M.Kes

Sanatang, S.Si., M.Kes | Soraya, S.Si., M.Sc | Satriani Syarif, S.Si., M.Sc | Suwarny, S.Si., M.Si

Biologi Molekular

di Dunia Kesehatan

Buku Biologi Molekular di Dunia Kesehatan ini memberikan konsep dasar pengetahuan mengenai ilmu biologi molekular yang diharapkan membantu mahasiswa kedokteran, bidang ilmu biologi, kesehatan dan farmasi untuk memahami fungsi normal dari sel, jaringan, organ dan penyakit yang dikaitkan dengan aspek molekular. Buku ini terdiri dari 15 bab, pembahasan dimulai pada hal yang paling dasar yaitu pengantar biologi molekular, konsep dasar sel dan penggolongan sel, struktur dan fungsi sel, transport seluler, pembelahan sel dan regulasinya, sifat dasar materi genetik, sintesis protein, ekspresi gen, mutasi dan mekanisme pertumbuhan kanker, isolasi DNA, analisis DNA, uji kualitas DNA, stem cell, rekayasa genetika, pemanfaatan biologi molekular



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

ISBN 978-623-516-032-0



9 786235 160320

BIOLOGI MOLEKULAR DI DUNIA KESEHATAN

Steven Arianto, S.Si, M.Biomed. | Sugireng, S.Si, M.Si. |
Nurul Hadiatun, S.Tr.A.K., M.Kes | Rinza Rahmawati
Samsudin, S. Pd., M.Si. | Mizan Sahroni, S.Si., M.Sc. | Novian
Agni Yudhaswara, S. Pd, M. Biomed. | Baterun Kunsah, MSi. |
Tanendri Arrizqiyani, M.Si | Maroloan Aruan, S.Si., M.Si. |
Fusvita Merdekawati, S.ST, MM, M.Si | Ainutajriani, S.Tr.A.K.,
M.Kes. | Sanatang, S.Si., M.Kes. | Soraya, S.Si., M.Sc. | Satriani
Syarif, S.Si., M.Sc. | Suwarny, S.Si., M.Si.



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

BIOLOGI MOLEKULAR DI DUNIA KESEHATAN

Penulis : Steven Arianto, S.Si., M.Biomed. | Sugireng, S.Si., M.Si. | Nurul Hadiatun, S.Tr.A.K., M.Kes | Rinza Rahmawati Samsudin, S. Pd., M.Si. | Mizan Sahroni, S.Si., M.Sc. | Novian Agni Yudhaswara, S. Pd, M. Biomed. | Baterun Kunsah, M.Si. | Tanendri Arrizqiyani, M.Si | Maroloan Aruan, S.Si., M.Si. | Fusvita Merdekawati, S.ST, MM, M.Si | Ainutajriani, S.Tr.A.K., M.Kes. | Sanatang, S.Si., M.Kes. | Soraya, S.Si., M.Sc. | Satriani Syarif, S.Si., M.Sc. | Suwarny, S.Si., M.Si.

Editor : Oksita Asri Widyayanti, S.Si., M.Sc.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Irma Puspitaningrum

ISBN : 978-623-516-032-0

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JULI 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

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku ini. Penulisan buku merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang diberi judul “Biologi Molekular di Dunia Kesehatan”. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan karya ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Buku ini terbagi menjadi 15 bab yang membahas 1. Pengantar Biologi Molekuler. 2. Konsep Dasar Sel dan Penggolongan Sel. 3. Struktur dan Fungsi Sel. 4. Transport Selular. 5. Pembelahan Sel dan Regulasinya. 6. Sifat Dasar Materi Genetik. 7. Sintesis Protein. 8. Ekspresi Gen. 9. Mutasi, Perbaikan dan Mekanisme Pertumbuhan Kanker. 10. Isolasi DNA. 11. Analisis DNA. 12. Uji Kualitas DNA. 13. Stem Cell. 14. Rekayasa Genetika. 15. Pemanfaatan Biologi Molekuler.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB 1 PENGANTAR BIOLOGI MOLEKULER	
Oleh: Steven Arianto	1
A. Sel sebagai Penyusun Tubuh.....	1
B. Komponen Sel.....	4
C. Substansi Materi Genetik	8
D. Fungsi Materi Genetik.....	11
DAFTAR PUSTAKA.....	14
TENTANG PENULIS.....	16
BAB 2 KONSEP DASAR SEL DAN PENGGOLONGAN SEL	
Oleh: Sugireng.....	17
A. Sejarah Perkembangan Sel.....	17
B. Konsep Dasar Sel	18
C. Penggolongan Sel.....	19
DAFTAR PUSTAKA.....	23
TENTANG PENULIS.....	24
BAB 3 STRUKTUR DAN FUNGSI SEL	
Oleh: Nurul Hadiatun	25
A. Pendahuluan	25
B. Struktur dan Fungsi Sel.....	27
DAFTAR RUJUKAN.....	38
TENTANG PENULIS.....	39
BAB 4 TRANSPORT SELULAR	
Oleh: Rinza Rahmawati Samsudin.....	40
A. Permeabilitas.....	40
B. Transport Aktif	42
C. Osmosis	46
D. Ada Dua Kelas Utama Protein Pengangkut Membran: Pembawa Protein (<i>Carrier proteins</i>) dan Saluran Protein (<i>channel proteins</i>)	47
E. Carrier Proteins.....	48

	F. <i>Channel Protein</i>	50
	G. Pempa Membran.....	51
	H. Transpor Proses	53
	DAFTAR PUSTAKA	57
	TENTANG PENULIS.....	59
BAB 5	PEMBELAHAN SEL DAN REGULASINYA	
	Oleh: Mizan Sahroni	60
	A. Kromosom Sel Eukariotik.....	60
	B. Mitosis dan Siklus Sel	62
	C. Regulasi Siklus Sel.....	67
	D. Meiosis dan Reproduksi Seksual	68
	DAFTAR PUSTAKA	72
	TENTANG PENULIS.....	73
BAB 6	SIFAT DASAR MATERI GENETIK	
	Oleh: Novian Agni Yudhaswara	74
	A. Sejarah dan Sifat Materi Genetik.....	74
	B. <i>Deoxyribosenucleic Acid</i> (DNA)	76
	C. <i>Ribonucleic Acid</i> (RNA).....	81
	D. Perbedaan DNA dan RNA	84
	DAFTAR PUSTAKA	86
	TENTANG PENULIS.....	87
BAB 7	SINTESIS PROTEIN	
	Oleh: Bateriaun Kunsah	88
	A. Protein	88
	B. Sintesis Protein pada Organisme Prokariot	94
	C. Sintesis Protein pada Organisme Eukariot	101
	DAFTAR PUSTAKA	112
	TENTANG PENULIS.....	113
BAB 8	EKSPRESI GEN	
	Oleh: Tanendri Arrizqiyani	114
	A. Pendahuluan.....	114
	B. Korelasi antara mRNA dan Tingkat Protein.....	116
	C. Kesimpulan dan Perspektif Masa Depan.....	118
	DAFTAR PUSTAKA	121
	TENTANG PENULIS.....	125

BAB 9	MUTASI, PERBAIKAN DAN MEKANISME PERTUMBUHAN KANKER	
	Oleh: Maroloan Aruan.....	126
	A. Pengantar Mutasi.....	126
	B. Mekanisme Perbaikan DNA.....	129
	C. Onkogen dan Gen Supresor Tumor.....	130
	D. Mekanisme Pertumbuhan Kanker.....	131
	E. Teknik Identifikasi Mutasi.....	132
	F. Biomarker Molekuler dalam Kanker.....	133
	DAFTAR PUSTAKA.....	135
	TENTANG PENULIS.....	137
BAB 10	ISOLASI DNA	
	Oleh: Fusvita Merdekawati	138
	A. Pendahuluan Isolasi DNA.....	138
	B. Prinsip Isolasi DNA.....	139
	C. Macam - Macam Isolasi DNA.....	140
	D. Penyimpanan Hasil Isolasi DNA.....	147
	DAFTAR PUSTAKA.....	148
	TENTANG PENULIS.....	150
BAB 11	ANALISIS DNA	
	Oleh: Ainutajriani.....	151
	A. Perkembangan Awal Genetika.....	151
	B. DNA sebagai Material Genetik.....	152
	C. Analisis DNA.....	155
	D. Teknik Dasar Analisis DNA.....	156
	DAFTAR PUSTAKA.....	165
	TENTANG PENULIS.....	167
BAB 12	UJI KUALITAS DNA	
	Oleh: Sanatang	168
	A. Pengantar Kualitas DNA.....	168
	B. Spektrofotometri.....	169
	C. Spektrofotometer UV-Vis.....	172
	D. Pengukuran Konsentrasi DNA.....	172
	E. Kemurnian DNA.....	174
	DAFTAR PUSTAKA.....	176
	TENTANG PENULIS.....	178

BAB 13	STEM CELL	
	Oleh: Soraya	179
	A. Pendahuluan	179
	B. Jenis-jenis Stem Cell	180
	C. Biologi dan Mekanisme Kerja Stem Cell	182
	D. Aplikasi Klinis Stem Cell	184
	E. Teknologi dan Teknik dalam Penelitian Stem Cell	185
	F. Stem Cell dan Pengobatan Regeneratif	188
	G. Tantangan dan Masa Depan Penelitian Stem Cell	191
	DAFTAR PUSTAKA	195
	TENTANG PENULIS	197
BAB 14	REKAYASA GENETIKA	
	Oleh: Satriani Syarif	198
	A. Rekayasa Genetika	198
	B. Rekayasa Genetika Bakteri untuk Mensintesis Protein	202
	C. Rekayasa Genetika pada Tanaman	203
	D. Rekayasa Genetika untuk Terapi Gen	204
	DAFTAR PUSTAKA	207
	TENTANG PENULIS	208
BAB 15	PEMANFAATAN BIOLOGI MOLEKULER	
	Oleh: Suwarny	209
	A. Aplikasi Biologi Molekuler	209
	B. Biologi Molekuler dalam Bidang Kesehatan	210
	C. Aplikasi Molekuler dalam Pengembangan Vaksin	214
	DAFTAR PUSTAKA	217
	TENTANG PENULIS	222

DAFTAR TABEL

Tabel 6. 1	Perbedaan DNA dan RNA.....	85
Tabel 10. 1	Kelebihan dan Kekurangan Metode Isolasi Kimia ..	140
Tabel 10. 2	Isolasi Metode Mekanik	141
Tabel 10. 3	Keuntungan dan Kelemahan dari Berbagai Jenis Material Fase Padat	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Struktur Sel dan Bagian-Bagian Penyusunnya	3
Gambar 1. 2	Membran Sel	5
Gambar 1. 3	Nukelus (inti sel)	7
Gambar 1. 4	Struktur Untai Ganda DNA	9
Gambar 1. 5	Inisiasi transkripsi	12
Gambar 1. 6	Bahasa Kodon Genetik.....	13
Gambar 2. 1	Perbedaan Organisme Uniselular dan Multiselular	20
Gambar 2. 2	Perbedaan Struktur Sel Prokariotik dan Eukariotik.....	21
Gambar 3. 1	Struktur Sel Secara Umum.....	28
Gambar 3. 2	Struktur Membran Sel atau Membran Plasma.....	30
Gambar 3. 3	Struktur Inti Sel.....	31
Gambar 3. 4	Struktur Sitoplasma.....	32
Gambar 3. 5	Ribosom.....	34
Gambar 3. 6	Mitochondria	35
Gambar 3. 7	Retikulum Endoplasma (RE).....	36
Gambar 3. 8	Kompleks Golgi.....	37
Gambar 4. 1	Permeabilitas relatif lapisan ganda lipid sintetik terhadap kelas molekul yang berbeda. Semakin kecil molekulnya dan, yang lebih penting, semakin lemah ikatannya dengan air, semakin cepat molekul tersebut berdifusi melintasi bilayer	41
Gambar 4. 2	Transpor aktif dan Transpor pasif	43
Gambar 4. 3	Protein pembawa berubah bentuk ketika mereka memindahkan molekul melintasi membran	48
Gambar 4. 4	Carrier Protein dan Chanel Protein	49
Gambar 5. 1	A: kromosom, B: Benang Kromatin, C: DNA.....	61
Gambar 5. 2	Interfase dan M fase pada pembelahan mitosis. Tahapan dan proses pembelahan mitosis terdiri dari interfase, profase, metafase, anafase, telofase dan sitokinesis	63
Gambar 5. 3	Protein kohesin menghubungkan kromatid saudara	65

Gambar 5. 4	Mekanisme regulasi siklus sel melibatkan Cdk.	67
Gambar 5. 5	Pembelahan meiosis menghasilkan 4 sel anakan yang bersifat haploid	69
Gambar 5. 6	Kiasmata menghubungkan kromosom diakhir profase 1.....	70
Gambar 6. 1	Polimer DNA dan Nukleotida DNA.....	77
Gambar 6. 2	DNA double heliks	78
Gambar 6. 3	DNA double heliks dan ikatan DNA	79
Gambar 6. 4	Hubungan Gen, DNA dan Kromosom	80
Gambar 6. 5	Nukleotida RNA dan RNA	82
Gambar 6. 6	Model mRNA yang ditranslasikan.....	83
Gambar 7. 1	Struktur Asam Amino	89
Gambar 7. 2	Pembentukan ikatan peptida antar asam amino.....	89
Gambar 7. 3	Struktur primer	91
Gambar 7. 4	Struktur sekunder dengan konfigurasi α -heliks dan β -sheet.....	92
Gambar 7. 5	(a) Struktur tersier; (b) Jenis ikatan pada struktur tersier.....	93
Gambar 7. 6	Struktur Kuarternier	93
Gambar 7. 7	Mekanisme Sintesis Protein Sel prokariot	94
Gambar 7. 8	Mekanisme transkripsi pada prokariot.....	96
Gambar 7. 9	Translasi pada prokariot. (a) Inisiasi, (b) Elongasi, (c) Translokasi	99
Gambar 7. 10	Terminasi translasi pada prokariot	101
Gambar 7. 11	Proses Sintesis Protein Pada Sel Eukaryot.....	102
Gambar 7. 12	A. Transkripsi Dengan DNA Sebagai Cetakannya, B. Pasangan basa pada DNA dan Basa Pada RNA (A-U, T-A, G-C, C-G	104
Gambar 7. 13	Transkripsi pada eukariot	105
Gambar 7. 14	Treeplet Kodon.....	109
Gambar 10. 1	Proses Isolasi Spin Column.....	143
Gambar 10. 2	Prinsip Isolasi Metode Magnetic Bead.....	146
Gambar 11. 1	Eksperimen Hershey & Chase menunjukkan bahwa DNA adalah substansi genetic	154
Gambar 11. 2	Komponen PCR dan Prose PCR	157
Gambar 11. 3	Prinsip PCR	159

Gambar 11. 4 Metode Sanger 162



BIOLOGI MOLEKULAR DI DUNIA KESEHATAN

Steven Arianto, S.Si., M.Biomed. | Sugireng, S.Si., M.Si. |
Nurul Hadiatun, S.Tr.A.K., M.Kes | Rinza Rahmawati
Samsudin, S. Pd., M.Si. | Mizan Sahroni, S.Si., M.Sc. | Novian
Agni Yudhaswara, S. Pd, M. Biomed. | Baterun Kunsah, MSi. |
Tanendri Arrizqiyani, M.Si | Maroloan Aruan, S.Si., M.Si. |
Fusvita Merdekawati, S.ST, MM, M.Si | Ainutajriani, S.Tr.A.K.,
M.Kes. | Sanatang, S.Si., M.Kes. | Soraya, S.Si., M.Sc. | Satriani
Syarif, S.Si., M.Sc. | Suwarny, S.Si., M.Si.



BAB

1

PENGANTAR BIOLOGI MOLEKULER

Steven Arianto

steven.arianto92@gmail.com

A. Sel sebagai Penyusun Tubuh

Setiap makhluk hidup, baik makroskopik maupun mikroskopik, terdiri dari struktur kecil yang disebut sel. Kehidupan terdiri dari unit struktural dan fungsional terkecil, yaitu **sel**. Selain itu, sel mengandung seluruh fungsi kehidupan, seperti pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, pemanfaatan energi, respons terhadap perubahan lingkungan, dan pengaturan fungsi tubuh. Penemuan sel diawali dari keingintauan seorang **Robert Hooke** ketika melihat ruangan kecil kosong pada sebuah gabus yang kemudian dinamainya sebagai sel. Penemuan sel semakin berkembang pesat ketika **Antony van Leewenhooke** berhasil membuat mikroskop sederhana dan mengamati sel hidup *Spirogyra* menggunakan mikroskop sederhana pada tahun 1674.

Seiring dengan perkembangan keilmuan tentang sel dan teknologi mikroskopi, ditemukan dua tipe sel berdasarkan keberadaan membran intinya, yaitu sel prokariot dan sel eukariot. Sel prokariot merupakan sel yang tidak memiliki membran pembungkus inti sel sehingga materi genetik sirkuler yang berada pada sel hanya terkumpul pada suatu bagian yang disebut nukleoid. Selain nukleoid, terdapat pula materi genetik sirkuler lainnya yang berukuran lebih kecil yang disebut plasmid. Satu-satunya makhluk hidup prokariotik adalah

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. K., Zen, S., Dede Cahyati Sahrir, S. P. I., Fadhila, F., AK, A., Vertygo, S., ... & Arianto, S. (2021). *Teori Biologi Sel*. Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Arianto, S., Sari, A. W., Akbar, H., Sulistiawati, F., Sylvia, D., Komara, N. K., ... & Asman, A. (2022). *Teori dan Aplikasi Biomedik Dasar*. Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P., Wilson, J., & Hunt, T. (2015). *Molecular Biology of The Cell* (6th ed.). Garland Science, New York.
- Becker, W.M., Kleinsmith, L.J., Hardin, J., & Bertani, G.P. (2009). *The World of the Cell*. (7th ed.). Pearson Education Inc. United States.
- Black, J.G. (2008). *Microbiology, principles and explorations*. (7th ed.). John Wiley & Sons, Inc., United States.
- Fox, S.I. (2009). *Human Physiology*. (11th ed.). McGraw-Hill. New York.
- Ganong, W.F. (2005). *Buku ajar fisiologi kedokteran*. (Ed. ke-22). Terj. dari *Review of medical physiology*, oleh Pendit, B.U. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Garcia, K., Wichmann, A., & Su, T.T. (2007). Cell Cycle Regulation. *Landes Bioscience* 1(2) 125-131. DOI: 10.4161/fly.4292
- Gartner, L. P., & Hiatt, J. L. (2015). *Cell Biology & Histology* (7th ed.). Wolters Kluwer Health.
- Guyton, A.C. & J.E. Hall. (2007). *Buku ajar fisiologi kedokteran*. (Ed. ke-11). Terj. dari *Textbook of medical physiology*, oleh Irawati, D. Ramadhani, F. Indriyani, F. Dany, I. Nuryanto, S.S.P. Rianti, T. Resmisari & Y.J. Suyono. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.

- Iwasa, J., & Marhsall Wallace. (2016). *Karp's Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiments* (8th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Karp G. (2010). *Cell Biology*. (6th ed.). John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Kumar, V., Abbas, A.K., Fausto, N., & Aster, J.C. (2010). *Robbins and cotran: Pathologic basis of disease*. (8th ed.). Saunders Elsevier, Philadelphia.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. (2000). Membrane Proteins. *Molecular Cell Biology*. 4th Edition. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21570/>
- Marieb, E.N. & K. Hoehn. (2013). *Human anatomy & physiology*. (9th ed.). Pearson Education, Inc. USA.
- Nelson, D.L. & M.M. Cox. (2005). *Lehninger Biochemistry*. (4th ed.). W.H. Freeman. New York
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. (2014). *Campbell Biology*. (10th ed.). Pearson Education Inc. United States.
- Snustad, D.P. & Simmons, M.J. (2012). *Principle of Genetics*. (6th ed.). John Wiley & Sons, Inc. United States.
- Tortora G & B. Derrickson. (2012). *Principles of Anatomy and Physiology*. (12th ed.). John Wiley & Sons, Inc. United States.

TENTANG PENULIS



Steven Arianto, S.Si., M.Biomed. lahir di Jakarta pada tahun 1992. Beliau menyelesaikan pendidikan Sarjana di jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia pada tahun 2013. Pada tahun 2019, dia menyelesaikan pendidikan Magister di bidang Ilmu Biomedik di Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, dengan konsentrasi di bidang Biologi Kedokteran. Sekarang, beliau berkesempatan untuk melanjutkan studi jenjang Doktorat Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung dengan bidang peminatan Biokimia.

Beliau menjadi guru Biologi di SMP dan SMA Sekolah Kristen IPEKA Tomang 2 dari 2014 hingga 2017. Prestasi yang dicapai termasuk mengirimkan siswanya untuk berpartisipasi dalam kompetisi dan olimpiade biologi di tingkat regional, nasional, dan internasional. Saat ini, beliau menjadi dosen tetap di Jurusan Teknologi Laboratorium Medik di Institut Kesehatan Hermina, Jakarta, dari tahun 2020 hingga sekarang.

BAB

2

KONSEP DASAR SEL DAN PENGGOLONGAN SEL

Sugireng

sugireng92@gmail.com

A. Sejarah Perkembangan Sel

Pemahaman tentang sel dimulai secara bertahap dan membutuhkan waktu yang panjang untuk memperoleh definisi yang tepat seperti saat ini. Sel berasal dari bahasa Yunani *kytos* : sel dan *cella* : ruang kosong. Istilah tersebut diperkenalkan pertama kali oleh Robert Hooke (1665) yang mengamati irisan gabus menggunakan mikroskop sederhana. Beberapa tahun setelahnya (1674) Anthonie Van Leuwenhoek melihat benda yang bergerak (protozoa) pada setetes air rendaman jerami menggunakan mikroskop dengan perbesaran 300 kali. Tahun 1831 Robert Brown berhasil menemukan inti sel dalam jaringan tumbuhan dan tahun 1836 Felix Dujardin mengemukakan bahwa terdapat cairan di dalam sel. Peneliti lainnya, Johannes Purkinje (1839), menemukan bahwa di dalam *cellula* terdapat zat yang mengalir dan disebut proplasma. Teori ini diperkuat oleh Mathias Schleiden dan Theodor Schwann yang menyatakan bahwa sel tumbuhan dan hewan juga memiliki protoplasma. Berdasarkan temuan tersebut, keduanya sepakat mencetuskan teori sel yang berbunyi sel merupakan unit terkecil dari makhluk hidup. Seorang ahli patologi, Rudolf Virchow (1858) mendukung teori sel tersebut dengan menyebutkan bahwa sel merupakan unit pertumbuhan pada makhluk hidup dan berasal dari kehidupan sebelumnya (*omne cellula at cellulae*). Teori yang

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P., Wilson, J., & Hunt, T. (2015). *Molecular Biology of The Cell* (6th ed.). Garland Science, New York.
- Gartner, L. P., & Hiatt, J. L. (2015). *Cell Biology & Histology* (7th ed.). Wolters Kluwer Health.
- Iwasa, J., & Marhsall Wallace. (2016). *Karp's Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiments* (8th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Karp G. (2010). *Cell Biology*. (6th ed.). John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. (2000). Membrane Proteins. *Molecular Cell Biology*. 4th Edition.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. (2014). *Campbell Biology*. (10th ed.). Pearson Education Inc. United States.
- Stephen R. Bolsover, Jeremy S. Hyams, Elizabeth A. Shephard, Hugh A. White, Claudia G. Wiedemann. (2004). *Cell Biology: A Short Course*, Second Edition, Wiley & Sons, Inc.
- Yunita, Oeke,. (2016). *Biologi Sel Pendekatan Aplikatif untuk Profesi Kesehatan*. Erlangga. Jakarta.
- Yuwono, Triwibowo,. (2005). *Biologi Molekular*. Erlangga. Jakarta

TENTANG PENULIS



Sugireng, S.Si., M.Si., lahir di Atakka, Kab Soppeng (Sulawesi Selatan), 24 Agustus 1992. Menyelesaikan pendidikan tinggi; Pendidikan Sarjana (S-1) pada Jurusan Biologi di Universitas Halu Oleo, Kendari (2010); Pendidikan Magister (S-2) pada Jurusan Magister Biologi di Universitas Brawijaya, Malang (2014). Mulai tahun 2017 sampai saat ini sedang tercatat sebagai dosen tetap yayasan pada Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Mandala Waluya, Kendari. Buku yang sudah diterbitkan yaitu Pengantar Bakteriologi dan Penulis juga telah menulis beberapa artikel yang diterbitkan pada jurnal nasional-internasional. Penulis dapat dihubungi melalui email: sugireng92@gmail.com atau HP/WA 0812 411 92688.

BAB 3

STRUKTUR DAN FUNGSI SEL

Nurul Hadiatun

nurulhadiatunmnatsir04@gmail.com

A. Pendahuluan

Tubuh manusia tersusun dari sekitar 30 triliun sel yang secara bersamaan melakukan fungsi penting kehidupan (Fahmi et al., 2023). Sel adalah unit struktural, fungsional, dan genetic terkecil dalam suatu organisme, sebuah ruang kecil yang dikelilingi oleh membran dan berisi cairan pekat, penyusun makhluk hidup dalam tingkatan organisasi kehidupan dan sangat berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup (Nurdin et al., 2023). Kata sel berasal dari bahasa Yunani, "Cellula" atau "Cella" yang artinya ruang kosong. Tubuh dari organisme terdiri dari sistem organ, sistem organ disusun oleh organ, organ dibentuk oleh jaringan, dan jaringan dibentuk dari sel. Pada intinya setiap makhluk hidup memiliki sel sebagai penyusun dasar tubuh (Aji et al., 2023).

Secara struktural, sel terdiri dari komponen bahan kimia dan organel-organel sel. Komponen kimiawi sel tersebut merupakan unsur dan senyawa dasar yang penting untuk aktivitas sel di dalam tubuh makhluk hidup. Komponen utama dari sel adalah air yaitu 70-85%, protein 10-20%, lipid 2%, karbohidrat dan elektrolit 1%. Komponen kimia dalam sel dapat berupa komponen anorganik (misalnya air dan ion-ion mineral) dan komponen organik (misalnya karbohidrat, protein, lipida dan asam dnukleat) (Apriani et al., 2022). Secara fungsional, sel

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Y. G. T., Panjaitan, M. D., Silaban, C., Irawati, D., Rosliany, N., Siagian, N., ... & Sukarna, R. A. (2023). *Dasar-dasar Ilmu Biomedik: Struktur dan Fungsi*. Yayasan Kita Menulis.
- Apriani., Wijayanti, D.R., Kartini., Darmawi, Lestari, P., Faisal, M., ... & Rita, R.S. *Buku Ajar Biomolekuler*. CV.Feniks Muda Sejahtera
- Cooper GM. *The Cell: A Molecular Approach*. 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates; 2000. The Golgi Apparatus. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9838/>
- Gregory, B., Rahman, N., Bommakanti, A., Shamsuzzaman, M., Thapa, M., Lescure, A., Zengel, J.M., *et al.* (2019), "The small and large ribosomal subunits depend on each other for stability and accumulation", *Life Science Alliance*, Rockefeller University Press, Vol. 2 No. 2, doi: 10.26508/lsa.201800150.
- Hartono, R., & Azimata, R. (2019). *Biologi Sel dan Genetika*. Kemeterian Kesehatan RI
- Kartini, S. S., Tedy Febriyanto, S. S. T., Bmd, M., Rita, R. S., Susanti, N. F., Kep, M., ... & Iqbal, M. *DASAR-DASAR ILMU BIOMEDIK STRUKTUR DAN FUNGSI*.
- Nurdin, G. M., Nur, S., Daten, H., & Hidayat, A. S. (2023). *Konsep Dasar Biologi (Book Chapter)* (Issue January).
- Purwaningsing, E. (2017). *Biologi Sel*. Universitas Yarsi
- Sazali, M. (2017). *Biologi sel dan Molekuler*. LP2M UIN Mataram
- Syamsul, E.S., Hamdayani, L.A., Hapiwaty, S., Ismail., Bambang., Hardianti, B., ... & Utami, R.T. (2023). *Biologi Sel Molekuler*. CV. Eureka Media Aksara.

TENTANG PENULIS



Nurul Hadiatun., lahir di Bima, 31 Agustus 1996. Jenjang Pendidikan DIII Analis Kesehatan ditempuh di STIKes Maharani Malang, lulus tahun 2018. Pendidikan D-IV Analis Kesehatan, lulus tahun 2019 di Universitas Muhammadiyah Semarang dan S2 Ilmu Laboratorium Klinis, lulus tahun 2022 di Universitas Muhammadiyah Semarang. Saat ini menjabat sebagai Sekretaris Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Medica Farma Husada Mataram. Penulis menekuni bidang Hematologi dan ilmu Mikrobiologi, menunjukkan dedikasinya terhadap pengembangan pengetahuan di bidang tersebut melalui karya-karya penelitian, pengabdian kepada masyarakat serta aktif menulis buku ajar dan buku referensi. Penulis dapat dihubungi melalui email: nurulhadiatunmnatsir04@gmail.com atau HP/WA 081246628106.

BAB 4

TRANSPORT SELULAR

Rinza Rahmawati Samsudin
rinzadiyanto@gmail.com

A. Permeabilitas

Hanya molekul kecil yang tidak bermuatan seperti gas, air, amonia, gliserol, atau urea mampu melewati membran biologis dengan difusi bebas. Dengan bertambahnya ukuran, bahkan senyawa jenis ini pun tidak mampu lagi lewat melalui. Membran tidak dapat ditembus oleh glukosa dan gula lainnya, misalnya. Polaritas suatu molekul juga penting. Zat non polar, seperti benzena, etanol, dietil eter, dan bahan agen narkotika agen dapat memasuki membran biologis dengan mudah. Sebaliknya, membran bersifat kedap terhadap senyawa yang sangat polar, khususnya senyawa yang bermuatan listrik. Kemampuan mengambil atau melepaskan molekul jenis ini, sel memiliki saluran khusus dan transporter di membrannya (Koolman & Röhm, 2005).

DAFTAR PUSTAKA

- Choudhary, V., Griffith, S., Chen, X., & Bollag, W. B. (2020). Pathogen-associated molecular pattern-induced TLR2 and TLR4 activation increases keratinocyte production of inflammatory mediators and is inhibited by phosphatidylglycerol. *Molecular Pharmacology*, 97(5), 324–335. <https://doi.org/10.1124/mol.119.118166>
- Clausen, M. V., Hilbers, F., & Poulsen, H. (2017). The structure and function of the Na,K-ATPase isoforms in health and disease. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 8, Issue JUN). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00371>
- Hammel, H. T., & Schlegel, W. M. (2005). *Osmosis and Solute-Solvent Drag Fluid Transport and Fluid Exchange in Animals and Plants* (Vol. 42).
- Koolman, J., & Röhm, K.-H. (2005). *Color atlas of biochemistry*. Thieme.
- Marbach, S., & Bocquet, L. (2019). Osmosis, from molecular insights to large-scale applications. In *Chemical Society Reviews* (Vol. 48, Issue 11, pp. 3102–3144). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/c8cs00420j>
- Neverisky, D. L., & Abbott, G. W. (2016). Ion channel–transporter interactions. In *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology* (Vol. 51, Issue 4, pp. 257–267). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.3109/10409238.2016.1172553>
- Ritter, M., Bresgen, N., & Kerschbaum, H. H. (2021). From Pinocytosis to Methuosis—Fluid Consumption as a Risk Factor for Cell Death. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 9(June), 1–37. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.651982>
- Rosales, C., & Uribe-Querol, E. (2017). Phagocytosis: A Fundamental Process in Immunity. *BioMed Research International*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9042851>

- Saier, M. H., Reddy, V. S., Tsu, B. V., Ahmed, M. S., Li, C., & Moreno-Hagelsieb, G. (2016). The Transporter Classification Database (TCDB): Recent advances. *Nucleic Acids Research*, 44(D1), D372–D379. <https://doi.org/10.1093/nar/gkv1103>
- Stillwell, W. (2013). Membrane Transport. In *An Introduction to Biological Membranes* (pp. 305–337). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-52153-8.00014-3>
- Tsuchiya, K., Suzuki, Y., Yoshimura, K., Yasui, H., Karayama, M., Hozumi, H., Furuhashi, K., Enomoto, N., Fujisawa, T., Nakamura, Y., Inui, N., Yokomura, K., & Suda, T. (2020). Author Correction: Macrophage Mannose Receptor CD206 Predicts Prognosis in Community-acquired Pneumonia (*Scientific Reports*, (2019), 9, 1, (18750), 10.1038/s41598-019-55289-2). *Scientific Reports*, 10(1), 58958. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58958-9>
- Wang, X. (2021). Bioenergetics : Open Access Description of Active Transport. *J Bio Energetics*, 9(3), 1.

TENTANG PENULIS



Rinza Rahmawati Samsudin, Anak Pertama dari tiga bersaudara lahir di kota pahlawan Surabaya pada tanggal 20 Mei 1988. Jenjang Pendidikan S1 ditempuh di Universitas Muhammadiyah Surabaya pada Program studi Pendidikan Biologi, ditahun 2007-2011. Kemudian melanjutkan jenjang Pendidikan Magister S2 Biokimia Ilmu Kedokteran Dasar di Fakultas Kedokteran UNAIR pada tahun 2012-2014. Sejak tahun 2015 sampai saat ini mengajar di Teknologi Laboratorium Medis pada bidang ajar Biokimia, Biologi Molekuler, Kimia Klinik, dan Sitohistoteknologi. Sejak tahun 2016-2025 sebagai pengurus Perhimpunana Biokimia Biologi Molekuler Indonesia cabang Surabaya (PBBMI). Selain itu juga aktif menulis dalam publikasi nasional maupun internasional. Biru laut seperti kolam. Ikan paus pandai menyelam. Dari lubuk hati yang paling dalam. Saya tutup tulisan dengan salam. rinzadiyanto@gmail.com 08819000911

BAB 5

PEMBELAHAN SEL DAN REGULASINYA

Mizan Sahroni
m.sahroni18@gmail.com

A. Kromosom Sel Eukariotik

Pada sel eukariotik, sebagian besar informasi genetik disimpan dalam kromosom di dalam inti sel. Kromosom terbentuk dari benang kromatin yang berasosiasi dengan protein. Pada saat sel sedang tidak membelah, kromosom berbentuk seperti benang panjang yang terurai (Gambar 5.1). Pada saat pembelahan sel, kromatin akan memadat membentuk struktur kromosom.

Pengemasan kromosom pada eukariotik dibantu oleh protein histone. Protein histone yang bermuatan positif akan berikatan dengan DNA yang memiliki muatan negatif (Gambar 5.1). Interaksi antara DNA dan histone ini mempunyai peran penting dalam regulasi ekspresi gen.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2024). *Meiosis*. National Human Genom Research Institute. <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Meiosis>
- Barnum, K. J., & O'Connell, M. J. (2014). Cell cycle regulation by checkpoints. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, 1170, 29–40. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0888-2_2
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2008). *Biology 8th Edition*. Pearson Benjamin Cummings
- Gilbert, S. F. (2010). *Development Biology 9th Edition*. Sinauer Associates inc.
- Kuntz K, O'Connell MJ. The G(2) DNA damage checkpoint: could this ancient regulator be the achilles heel of cancer? *Cancer Biol Ther*. 2009;8(15):1433–1439.
- Lodish, H., Berk, A., Matsudaira, P., Kaiser, C. A., Krieger, M., Scott, M. P., Zipursky, L., & Darnell, J. (2003). *Molecular Cell Biology 5th Edition*. W. H. Freeman
- Martin SG, Berthelot-Grosjean M. Polar gradients of the DYRK-family kinase Pom1 couple cell length with the cell cycle. *Nature*. 2009;459(7248):852–856.
- McIntosh J. R. (2016). Mitosis. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 8(9), a023218. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a023218>
- Ohkura H. (2015). Meiosis: an overview of key differences from mitosis. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 7(5), a015859. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a015859>
- Pollard, T. D., Earnshaw, W. C., Lippincott-Schwartz, J., and Johnson, G. (2016). *Cell Biology 3rd Edition*. Elsevier
- Solomon, E. P., Berg, L. R., & Martin, D. W. (2008). *Biology 8th Edition*. Thomson Brooks/Cole.
- Vermeulen, K., Van Bockstaele, D. R., & Berneman, Z. N. (2003). The cell cycle: a review of regulation, deregulation and therapeutic targets in cancer. *Cell proliferation*, 36(3), 131–149. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2184.2003.00266.x>

TENTANG PENULIS



Mizan Sahroni, penulis lahir di Lampung Timur, 18 Juli 1996. Penulis menempuh jenjang pendidikan sarjana di program studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, lulus tahun 2018. Selanjutnya melanjutkan studi magister di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada pada tahun 2019 dan lulus pada tahun 2021. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen di Program studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Pringsewu terhitung sejak 2022.

BAB 6

SIFAT DASAR MATERI GENETIK

Novian Agni Yudhaswara
novianagni@yahoo.com

A. Sejarah dan Sifat Materi Genetik

Materi genetik terdiri dari dua kata yakni “Materi” dan “Genetik”, Materi atau benda adalah segala sesuatu yang memiliki massa, panjang (dapat terukur), volume dan menempati ruang. Sedangkan, genetik berasal dari genetika yakni cabang ilmu biologi yang mempelajari pewarisan sifat makhluk hidup atau organisme. Jadi materi genetik adalah suatu benda yang dapat menurunkan sifat pewarisan makhluk hidup dari induk ke keturunannya atau dari Orang Tua ke anaknya. Sebelum menjawab apa benda yang dapat menurunkan sifat fisik dari orang tua ke anaknya, tidak terlepas dari perkembangan ilmu pengetahuan.

Perkembangan biologi sel bergantung pada temuan penelitian dari studi deskriptif hingga studi analitik kontemporer. Dimulai dengan Robert Hooke (1665) melihat irisan-irisan gabus (*cork*) dengan *loop* atau kaca pembesar. Kotak-kotak kecil pada gabus disebut sel (“*cella*”). Anthony van Leeuwenhoek kemudian membuat mikroskop (1668) dan dapat membedakan sel dengan berbagai bentuk dan morfologi secara deskriptif. Tidak sampai sana penelitian berlanjut lagi oleh Mathias Schleiden (1838) & Theodore Schwann (1839) mengemukakan teori tentang sel menyatakan bahwa semua makhluk hidup (tumbuhan & hewan) terdiri dari sel yang

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Watson, J. D. (1994). *Molecular biology of the cell* (Vol. 3, pp. 966-996). New York: Garland.
- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A. D., Lewis, J., Raff, M., ... & Walter, P. (2015). *Essential cell biology*. Garland Science.
- Chaffey, N. (2003). Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. and Walter, P. *Molecular biology of the cell*. 4th edn.
- Clark, D. P., & Pazdernik, N. J. (2012). *Molecular biology*. Elsevier.
- Coady, D., (2010). *Molecular Biology*, Elsevier Academic Press.
- Davis, L. (2012). *Basic methods in molecular biology*. Elsevier.
- Hartl, D. L., & Jones, E. W. (2009). *Genetics: analysis of genes and genomes*. Jones & Bartlett Learning.
- Nelson, D. L., Lehninger, A. L., & Cox, M. M. (2008). *Lehninger principles of biochemistry*. Macmillan.
- Pollard, T. D., Earnshaw, W. C., Lippincott-Schwartz, J., & Johnson, G. (2022). *Cell Biology* E-Book: Cell Biology E-Book. Elsevier Health Sciences.
- Waite, G. N., & Waite, L. R. (2007). *Applied cell and molecular biology for engineers*. Lulu. com.

TENTANG PENULIS



Novian Agni Yudhaswara., lahir di Bekasi, Kab Bekasi, Bekasi 29 November 1989. Jenjang Pendidikan S1 ditempuh di Universitas Negeri Jakarta, DKI Jakarta lulus tahun 2012 dan Pendidikan S2 Biomedik, lulus tahun 2017 di Universitas Indonesia. Saat ini menjabat sebagai Dosen/Asisten Ahli DIII Teknologi Laboratorium Medis di Poltekkes Kemenkes Kupang, NTT.

novianagni@yahoo.com

085693081398

BAB

7

SINTESIS PROTEIN

Baterun Kunsah

kunsah11@um-surabaya.ac.id

A. Protein

Protein adalah makromolekul yang memiliki jumlah paling berlimpah. Protein ditemukan dalam semua sel dan pada semua bagian sel dalam tubuh. Protein adalah makromolekul polipeptida yang tersusun dari sejumlah L-asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida. Suatu molekul protein disusun oleh sejumlah asam amino dengan susunan tertentu dan bersifat turunan. Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Suatu asam amino lazimnya diklasifikasikan sebagai suatu molekul yang memiliki gugusan α -karboksil maupun α -amino dan secara kimiawi suatu rantai samping khas (gugusan R) yang melekat dengan α -karbon, seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.1

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Robert, K., Walter, P. 2008. *Molecular Biology of the The Cell*. Garland Science, taylor and Francis Group.
- Berg, J.M., Timoczko, J. L. Stryer, L., Fifth edition. *Biochemistry*. W. H. Freeman and Company
- Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, P.W., 2008. *Molekular Biologi of The Cell*,
- Campbell, Reece, Mitchel. 2002. *Biologi*. Jakarta: Erlangga
- Coady, D., 2010. *Molecular Biology*, Elsevier Academic Press.
- Gardner, *et all.*1991. *Principles of Genetiks Eighth Edition*. New York. Chichester Brisbane Toronto Singapore
- Hartl, D.L. & Jones, E.W., 2001. *Introduction to Molecular Genetics and Genomics*,
- Nurhayati, B & Darmawati,S. 2017. *Bahan ajar TLM Biologi sel & molekuler*. Penerbit Kemenkes RI.
- Nusantari, E. 2012. *Kajian Miskonsepsi Genetika dan Perbaikannya Melalui Perubahan Struktur Didaktik Bahan Ajar Genetika Berpendekatan Konsep di Perguruan Tinggi*. Disertasi. PPS Universitas Negeri Malang
- Stowell, Dan. 2009. *The Molecule of HIV*. www.mclld.co.uk/hiv. diakses tanggal 9 Maret 2011)
- Yuwono, Triwibowo. 2005. *Biologi Molekular*. Jakarta: Erlangga.

TENTANG PENULIS



Baterun Kunsah., lahir di Jawa timur, Kab Malang, 11 September 1980. Jenjang Pendidikan S1 ditempuh di Institut Teknologi Nasional, Kota Malang lulus tahun 2002. Pendidikan S2 kimia Bidang Minat Biokimia, lulus tahun 2012 di Universitas Airlangga Surabaya dan saat ini sedang menempuh studi S3 ilmu kedokteran pada Fakultas Kedokteran di Universitas Airlangga Surabaya. Saat ini merupakan dosen tetap pada program studi STr TLM Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surabaya. Beberapa buku yang sudah di terbitkan antara lain Biologi Sel, Biokimia 1, Biokimia 2 dan Toksikologi Klinik.

BAB 8

EKSPRESI GEN

Tanendri Arrizqiyani
tanendri.arrizqiyani@gmail.com

A. Pendahuluan

Ekspresi gen melibatkan transkripsi, translasi, dan pergantian mRNA dan protein. Sejauh mana skala kelimpahan protein seiring dengan tingkat mRNA dan implikasinya masih menjadi topik yang diperdebatkan. Studi korelasi mRNA-protein baru-baru ini berdasarkan pada parameter kuantitatif dari jalur ekspresi gen. Kadar protein dan mRNA biasanya menunjukkan korelasi yang masuk akal, oleh karena itu perlu dijelaskan kaitan transkriptomik dan proteomik dalam memberikan suatu gambaran. Mengintegrasikan kedua jenis data dapat mengungkap proses biologis yang menarik dan merupakan langkah penting dalam menyempurnakan pemahaman kita tentang prinsip-prinsip pengendalian ekspresi gen.

Sejak konsep gen sebagai unit warisan yang terpisah muncul dari eksperimen Gregor Mendel, pertanyaan tentang bagaimana genotipe suatu organisme mengarah ke fenotipnya telah membuat para ahli biologi terpesona (Abbott, S. & Fairbanks, D. J, 2016). Pengamatan awal mencatat bahwa beberapa gen mempengaruhi tipe fenotip organisme hanya dalam kondisi lingkungan tertentu (Lester, G. & Bonner, D. M, 1952 dan Jacob, F. & Monod, J, 1961). Dengan kata lain, gen harus 'diekspresikan' sebelum fenotipnya terlihat (Gann, A. Jacob and

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, S. & Fairbanks, D. J. (2016). Experiments on plant hybrids by Gregor Mendel. *Genetics* 204, 407–422
- Aebersold, R. et al. (2018). How many human proteoforms are there? *Nat. Chem. Biol.* 14, 206–214
- Alberts, B. et al. (2002). *Molecular Biology of the Cell* Garland Press.
- Archer, T. C. et al. (2018). Proteomics, post-translational modifications, and integrative analyses reveal molecular heterogeneity within medulloblastoma subgroups. *Cancer Cell* 34, 396–410.e8
- Battle, A. et al. (2015). Genomic variation. Impact of regulatory variation from RNA to protein. *Science* 347, 664–667
- Bentley, D. L. (2014). Coupling mRNA processing with transcription in time and space. *Nat. Rev. Genet.* 15, 163–175
- Chamberlain, P. P. & Hamann, L. G. (2019). Development of targeted protein degradation therapeutics. *Nat. Chem. Biol.* 15, 937–944
- Chick, J. M. et al. (2016). Defining the consequences of genetic variation on a proteome-wide scale. *Nature* 534, 500–505
- Edfors, F. et al. (2016). Gene-specific correlation of RNA and protein levels in human cells and tissues. *Mol. Syst. Biol.* 12, 883
- Emmott, E., Jovanovic, M. & Slavov, N. (2019). Ribosome stoichiometry: from form to function. *Trends Biochem. Sci.* 44, 95–109
- Gann, A. Jacob and Monod. (2010). From operons to EvoDevo. *Curr. Biol.* 20, R718–R723
- Goodwin, S., McPherson, J. D. & McCombie, W. R. (2016). Coming of age: ten years of next-generation sequencing technologies. *Nat. Rev. Genet.* 17, 333–351

- Gygi, S. P., Rochon, Y., Franza, B. R. & Aebersold, R. (1999). Correlation between protein and mRNA abundance in yeast. *Mol. Cell. Biol.* 19, 1720–1730 One of the original studies attempting to correlate proteins with mRNA abundance. Gygi and colleagues note that coverage bias may greatly affect across-gene correlations.
- Hasin, Y., Seldin, M. & Lusk, A. (2017). Multi-omics approaches to disease. *Genome Biol.* 18, 83
- Hentze, M. W., Castello, A., Schwarzl, T. & Preiss, T. (2018). A brave new world of RNA-binding proteins. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 19, 327–341
- Huang, K.-L. et al. (2017). Proteogenomic integration reveals therapeutic targets in breast cancer xenografts. *Nat. Commun.* 8, 14864
- Jacob, F. & Monod, J. (1961). Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins. *J. Mol. Biol.* 3, 318–356
- Kempfer, R. & Pombo, A. (2019). Methods for mapping 3D chromosome architecture. *Nat. Rev. Genet.* 21, 207–226
- Khan, Z. et al. (2013). Primate transcript and protein expression levels evolve under compensatory selection pressures. *Science* 342, 1100–1104
- Koch, L. (2015). Genomics: adding another dimension to gene regulation. *Nat. Rev. Genet.* 16, 563
- Krönke, J. et al. (2014). Lenalidomide causes selective degradation of IKZF1 and IKZF3 in multiple myeloma cells. *Science* 343, 301–305
- Lester, G. & Bonner, D. M. (1952). The occurrence of beta-galactosidase in *Escherichia coli*. *J. Bacteriol.* 63, 759–769
- Lu, G. et al. (2014). The myeloma drug lenalidomide promotes the cereblon-dependent destruction of Ikaros proteins. *Science* 343, 305–309

- Mann, M. & Jensen, O. N. (2003). Proteomic analysis of post-translational modifications. *Nat. Biotechnol.* 21, 255–261
- Mertins, P. et al. (2016). Proteogenomics connects somatic mutations to signalling in breast cancer. *Nature* 534, 55–62
- Montgomery, S. B. & Dermitzakis, E. T. (2011). From expression QTLs to personalized transcriptomics. *Nat. Rev. Genet.* 12, 277–282
- Mun, D.-G. et al. (2019). Proteogenomic characterization of human early-onset gastric cancer. *Cancer Cell* 35, 111–124.e10
- Pohl, C. & Dikic, I. (2019). Cellular quality control by the ubiquitin-proteasome system and autophagy. *Science* 366, 818–822
- Ryan, C. J. et al. (2013). High-resolution network biology: connecting sequence with function. *Nat. Rev. Genet.* 14, 865–879
- Salovska, B. et al. (2020). Isoform-resolved correlation analysis between mRNA abundance regulation and protein level degradation. *Mol. Syst. Biol.* 16, e9170
- Schwartz, A. L. & Ciechanover, A. (2009). Targeting proteins for destruction by the ubiquitin system: implications for human pathobiology. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 49, 73–96
- Senft, D., Qi, J. & Ronai, Z. A. (2017). Ubiquitin ligases in oncogenic transformation and cancer therapy. *Nat. Rev. Cancer* 18, 69–88
- Tahmasebi, S., Khoutorsky, A., Mathews, M. B. & Sonenberg, N. (2018). Translation deregulation in human disease. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 19, 791–807
- Teixeira, F. K. & Lehmann, R. (2019). Translational control during developmental transitions. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 11, a032987
- Vasaikar, S. et al. (2019). Proteogenomic analysis of human colon cancer reveals new therapeutic opportunities. *Cell* 177, 1035–1049.e19

- Vitriuel, B. et al. (2019). Exploiting interdata relationships in next-generation proteomics analysis. *Mol. Cell. Proteomics* 18, S5-S14
- Wang, D. et al. (2019). A deep proteome and transcriptome abundance atlas of 29 healthy human tissues. *Mol. Syst. Biol.* 15, e8503
- Zhang, B. et al. (2014). Proteogenomic characterization of human colon and rectal cancer. *Nature* 513, 382-387
- Zhang, H. et al. (2016). Integrated proteogenomic characterization of human high-grade serous ovarian cancer. *Cell* 166, 755-765

TENTANG PENULIS



Tanendri Arrizqiyani lahir di Indonesia, Provinsi Jawa Barat Kabupaten Ciamis pada hari Rabu tanggal 5 Maret 1986. Penulis menempuh jenjang Pendidikan mulai dari TK Al Barokah (lulus tahun 1992), SDN 1 Gunungcupu (lulus tahun 1998), SMPN 1 Cikoneng (lulus tahun 2001) dan SMAN 2 Tasikmalaya (lulus tahun 2004). Jenjang Pendidikan S1 ditempuh di Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) jurusan Biologi lulus tahun 2009. Penelitian yang dikerjakan saat jenjang sarjana berjudul “Seleksi Primer Mikrosatelit dalam Menganalisis Variasi Genetik pada Gurame (*Osphroneumus gourami* Lac) yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophilla*”. Pendidikan S2 di Institut Teknologi Bandung (ITB) jurusan Bioteknologi lulus tahun 2015 dengan judul penelitian “Analisis Antiinflamasi Miristisin pada larva Zebrafish”. Pada bulan Februari tahun 2023 diterima di program Doktorat (S3) jurusan Bioteknologi Universitas Padjajaran (UNPAD) dan saat penyusunan buku ini penulis sedang menjalani studi semester 3. Sejak tahun 2011, penulis berprofesi sebagai dosen biologi sel dan molekuler di program studi Analisis Kesehatan STIKes Bakti Tunas Husada yang mulai tahun 2021 beralih bentuk menjadi Universitas Bakti Tunas Husada. Buku ini adalah buku pertama yang ditulis oleh penulis semenjak berprofesi sebagai dosen, sehingga besar harapan semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi para pembaca. Berikut adalah email korespondensi penulis: tanendri.arrizqiyani@gmail.com dan nomor handphone/whatsapp: 081321180268.

BAB 9

MUTASI, PERBAIKAN DAN MEKANISME PERTUMBUHAN KANKER

Maroloan Aruan
maroloan.aruan@uph.edu

A. Pengantar Mutasi

1. Definisi dan Jenis-Jenis Mutasi (Mutasi Titik, Mutasi Frameshift, Mutasi Kromosom)

Mutasi adalah perubahan permanen pada urutan basa nukleotida dalam DNA atau urutan asam amino dalam protein. Mutasi dapat terjadi pada tingkat gen, kromosom, atau genom secara keseluruhan. Berikut adalah penjelasan mengenai definisi dan jenis-jenis mutasi:

- a. **Mutasi Titik:** Mutasi titik adalah mutasi yang melibatkan perubahan atau pergantian satu basa nukleotida pada urutan DNA. Terdapat dua jenis utama mutasi titik, yaitu:
 - 1) Mutasi Substitusi: Mutasi substitusi terjadi ketika satu basa nukleotida digantikan oleh basa nukleotida lain. Misalnya, jika urutan DNA semula adalah ATCGCC, maka mutasi substitusi dapat mengubahnya menjadi ATTGCC (Lodish et al., 2000).
 - 2) Mutasi Insersi/Delesi: Mutasi insersi/delesi terjadi ketika satu atau beberapa basa nukleotida ditambahkan (insersi) atau dihilangkan (delesi) dari urutan DNA (Griffiths et al., 2000).
- b. **Mutasi Frameshift:** Mutasi frameshift adalah jenis mutasi insersi/delesi yang tidak membagi habis dengan tiga, sehingga mengubah bingkai baca (*reading frame*) dan

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell* (4th ed.). Garland Science.
- Friedberg, E. C., Walker, G. C., Siede, W., Wood, R. D., Schultz, R. A., & Ellenberger, T. (2006). *DNA Repair and Mutagenesis* (2nd ed.). ASM Press.
- Griffiths, A. J., Miller, J. H., Suzuki, D. T., Lewontin, R. C., & Gelbart, W. M. (2000). *An Introduction to Genetic Analysis* (7th ed.). W.H. Freeman and Company.
- Hanahan, D., & Weinberg, R. A. (2011). *Hallmarks of cancer: the next generation*. *Cell*, 144(5), 646-674.
- Hartl, D. L., & Jones, E. W. (1998). *Genetics: Principles and Analysis* (4th ed.). Jones & Bartlett Publishers.
- Klug, W. S., Cummings, M. R., Spencer, C. A., & Palladino, M. A. (2012). *Concepts of Genetics* (10th ed.). Pearson.
- Kunkel, T. A., & Erie, D. A. (2005). DNA mismatch repair. *Annual Review of Biochemistry*, 74, 681-710.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. (2000). *Molecular Cell Biology* (4th ed.). W.H. Freeman and Company.
- Mavaddat, N., Peock, S., Frost, D., Ellis, S., Platte, R., Fineberg, E., ... & Izatt, L. (2015). *Cancer risks for BRCA1 and BRCA2 mutation carriers: results from prospective analysis of EMBRACE*. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 107(5), djv027.
- Moelans, C. B., de Weger, R. A., Van der Wall, E., & van Diest, P. J. (2011). *Current technologies for HER2 testing in breast cancer*. *Critical reviews in oncology/hematology*, 80(3), 380-392.
- Rivlin, N., Brosh, R., Oren, M., & Rotter, V. (2011). *Mutations in the p53 tumor suppressor gene: important milestones at the 25-year mark*. *Genes & cancer*, 2(4), 466-474.

- Vaughn, C. P., Zobel, S. D., Furtado, L. V., Baker, C. L., & Samowitz, W. S. (2011). *Frequency of KRAS, BRAF, and NRAS mutations in colorectal cancer*. *Genes, Chromosomes and Cancer*, 50(5), 307-312.
- Weinberg, R. A. (2014). *The Biology of Cancer* (2nd ed.). Garland Science.
- Wolff, A. C., Hammond, M. E. H., Schwartz, J. N., Hagerty, K. L., Allred, D. C., Cote, R. J., ... & Hayes, D. F. (2007). *American Society of Clinical Oncology/College of American Pathologists guideline recommendations for human epidermal growth factor receptor 2 testing in breast cancer*. *Journal of clinical oncology*, 25(1), 118-145.

TENTANG PENULIS



Maroloan Aruan, lahir di Aruan (Sumatera Utara) 11 Juni 1988, menempuh pendidikan strata satu (S1) Biologi di Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2006-2011 dan pendidikan strata dua (S2) Bioteknologi di Institut Teknologi Bandung pada tahun 2013-2015. Pada tahun 2020 diterima sebagai Dosen untuk program studi Sarjana Farmasi Universitas Pelita Harapan, kemudian tahun 2022 pindah ke program studi Diploma IV Teknologi Laboratorium Medis di universitas yang sama dalam rangka pembukaan program studi tersebut. Pada tahun 2020 juga sempat membantu Siloam Lippo Village untuk pemeriksaan SARS-CoV-2 bekerja sama dengan Mochtar Riady Institute for Nanotechnology (MRIN). Saat ini menjabat sebagai Ketua Program Studi di Program Studi Sarjana Terapan, Teknologi Laboratorium Medis (sejak tahun 2022). Beberapa buku yang sudah diterbitkan: Dasar-Dasar Diagnostik Molekuler untuk Teknologi Laboratorium Medik (2018) dan Buku Teori Biokimia Dasar (2022).

BAB

10

ISOLASI DNA

Fusvita Merdekawati

fusvita.tlm@staff.poltekkesbandung.ac.id

A. Pendahuluan Isolasi DNA

Pada tahun 1869 Friedrich Miescher melakukan isolasi DNA untuk pertama kalinya. Isolasi DNA adalah metode untuk memurnikan DNA dengan menggunakan metode fisik dan/atau kimia dari sampel dengan memisahkan DNA dari membran sel, protein, dan komponen seluler lainnya atau dengan kata lain isolasi DNA bertujuan untuk memisahkan DNA yang berada didalam inti sel dari komponen-komponen lain (Gupta, 2019).

Hasil diagnostik molekuler sangat tergantung dari kualitas DNA hasil isolasi asam nukleat. Hasil isolasi DNA dapat digunakan dalam Biologi Molekuler, Bioteknologi, Biokimia, Kedokteran laboratorium, dan pemeriksaan lainnya. Teknik isolasi pun harus diperhatikan agar proses isolasi DNA dilakukan secara efektif, efisien dengan kuantitas dan kualitas DNA yang baik, murni, dan bebas dari kontaminan selain DNA/RNA dan protein. Bahan pemeriksaan untuk proses isolasi dapat berasal dari darah, urine, feses, cairan amnion, jaringan hewan, sel kultur, jaringan tanaman serta spesimen biologis dapat digunakan untuk isolasi DNA (Shin, 2013)

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N., Rampazzo, R. D. C. P., Costa, A. Di. T., & Krieger, M. A. (2017). Current Nucleic Acid Extraction Methods and Their Implications to Point-of-Care Diagnostics. In *BioMed Research International* (Vol. 2017). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2017/9306564>
- Berensmeier, S. (2006). Magnetic particles for the separation and purification of nucleic acids. In *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 73, Issue 3, pp. 495-504). <https://doi.org/10.1007/s00253-006-0675-0>
- Chauchan T. (2023). *Advantages-and-limitations-of-spin-column-dna-extraction-technique*. https://geneticeducation.co.in/advantages-and-limitations-of-spin-column-dna-extraction-technique/#google_vignette.
- Darmawati sri, & Nurhayati, B. (2017). *Biologi Sel dan Molekuler*.
- Douglas T. Gjerde, D. H. L. H. (2009). *RNA Purification and Analysis: Sample Preparation, Extraction, Chromatography*. WILEY-VCH.
- Goldberg, S. (2014). Mechanical/physical methods of cell distribution and tissue homogenization. *Methods in Molecular Biology*, 1295. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2550-6_1
- Gupta, N. (2019). DNA extraction and polymerase chain reaction. *Journal of Cytology*, 36(2), 116-117. https://doi.org/10.4103/JOC.JOC_110_18
- Harrison, R. G., Todd, P. W., Rudge, S. R., & Petrides, D. P. (2015). Bioseparations Science and Engineering. In *Bioseparations Science and Engineering*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195391817.001.0001>
- Puspitaningrum, R., Adhiyanto, C., & Solihin. (2018). Genetika Molekuler dan Aplikasinya. *Genetika Molekuler Dan Aplikasinya*, 75.

- Shin, J. H. (2013a). Nucleic acid extraction techniques. *Advanced Techniques in Diagnostic Microbiology*, 9781461439, 209–225. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3970-7_11
- Shin, J. H. (2013b). Nucleic acid extraction techniques. In *Advanced Techniques in Diagnostic Microbiology* (Vol. 9781461439707, pp. 209–225). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3970-7_11
- Tan, S. C., & Yiap, B. C. (2009). DNA, RNA, and protein extraction: The past and the present. In *Journal of Biomedicine and Biotechnology* (Vol. 2009). <https://doi.org/10.1155/2009/574398>
- Wulansari, N., Nurilmala, M., & Nurjanah, N. (2015). Detection Tuna and Processed Products Based Protein and DNA Barcoding. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(2), 119–127. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2015.18.2.119>

TENTANG PENULIS



Fusvita Merdekawati., Ketertarikan penulis terhadap ilmu Kesehatan sudah sedari kecil karena penulis dibesarkan dilingkungan keluarga Kesehatan. Akhirnya pada tahun 2023 penulis memutuskan untuk masuk di Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung, Jurusan Analis Kesehatan Prodi D3 kemudian melanjutkan studi D4 nya di jurusan yang sama dan lulus pada tahun 2009. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S2 di prodi MSDM Universitas Winaya Mukti dan S2 Bioteknologi Farmasi di Institut Teknologi Bandung pada tahun 2017. Penulis saat ini menjadi dosen tetap di Poltekkes Kemenkes Bandung. Dalam melaksanakan Tridharma Perguruan Tingginya penulis melakukan mengajar di bidang Biologi Molekuler dan Imunologi. Penulis juga aktif dalam melakukan penelitian yang didanai oleh Kementerian Kesehatan dan melakukan pengabdian kepada masyarakat. Selain itu penulis juga aktif dalam bidang organisasi seperti Aosisiasi Institusi Perguruan Tinggi Laboratorium Medik Indonesia (AIPTLMI), Komite OSCE Nasional (KONAS) dan sebagai editor dan reviewer pada Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Poltekkes Kemenkes Bandung

BAB 11

ANALISIS DNA

Ainutajriani

ainutajriani@um-surabaya.ac.id

A. Perkembangan Awal Genetika

Selama pertengahan abad ke-19, Gregor Mendel mengembangkan serangkaian prinsip untuk menjelaskan transmisi sifat-sifat biologis. Premis dasar dari peraturan ini adalah setiap karakteristik yang dapat diwariskan dari suatu organisme diatur oleh gen, yang merupakan partikel berwujud yang terletak di dalam sel. Kemunculan kembali prinsip-prinsip Mendel pada tahun 1900 menandakan dimulainya genetika, disiplin ilmu yang berfokus pada pemahaman sifat dan mekanisme gen (Kimble & Nüsslein-Volhard, 2022)

Selama tiga dekade awal keberadaannya, bidang studi yang baru muncul ini mengalami pertumbuhan yang luar biasa dan cepat. Konsep bahwa gen terletak pada kromosom diperkenalkan oleh W. Sutton pada tahun 1903 dan kemudian didukung oleh bukti-bukti eksperimental dari T.H. Morgan pada tahun 1910. Morgan dan rekan-rekannya kemudian merancang metodologi untuk pemetaan gen. Pada tahun 1922, mereka telah melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap lokasi relatif lebih dari 2000 gen pada empat kromosom lalat buah, *Drosophila melanogaster*. Meskipun investigasi genetik klasik sangat brilian, ada kekurangan pemahaman mengenai karakteristik molekuler gen hingga tahun 1940-an (Mattei et al., 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M. F., Hasanah, F. H., & Rahwiniyanto, D. (2022). *Lebih Mudah Memahami Biologi Molekuler (Untuk Mahasiswa Jurusan TLM dan Kesehatan Lainnya)*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Aqil Azizi, S. P. M. A. S., Deffi Ayu Puspito Sari, S. T. P. M. A. S. P. D. I. P. M., & Anggie Tri Agusti, S. T. (2021). *Metode analisis Next Generation Sequencing (NGS)*. Nas Media Pustaka.
- Biassoni, R., & Raso, A. (2014). *Quantitative Real-Time PCR: Methods and Protocols*. Springer New York.
- Brown, T. A. (2016). *Gene Cloning and DNA Analysis: An Introduction*. Wiley.
- Dubey, J. P., Hemphill, A., Calero-Bernal, R., & Schares, G. (2017). General Biology. *Neosporosis in Animals*, 7–114. <https://doi.org/10.1201/9781315152561-3>
- Effendi Y. (2020). *Buku Ajar Genetika Dasar*. Penerbit Pustaka Rumah C1nta.
- Garibyan, L., & Avashia, N. (2013). Polymerase Chain Reaction. *The Journal of Investigative Dermatology*, 133(3), 1–4. <https://doi.org/10.1038/jid.2013.1>
- Gupta, L., & Rai, K. (2023). *Gene Technology, Immunology and Computational Biology (English Edition): e-Book for B.Sc 4th Semester for U.P. State Universities: Common Syllabus*. Thakur Publication Private Limited.
- Kimble, J., & Nüsslein-Volhard, C. (2022). The great small organisms of developmental genetics: *Caenorhabditis elegans* and *Drosophila melanogaster*. *Developmental Biology*, 485, 93–122. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2022.02.013>
- Kusnadi, J., & Arumingtyas, E. L. (2020). *Polymerase Chain Reaction (PCR): Teknik dan Fungsi*. Universitas Brawijaya Press.
- Maftuchah, Winaya, A., Zainudin, A., & Ali Ikhwan. (2015). *Teknik Dasar Analisis Biologi Molekuler*. Deepublish.

- Mattei, A. L., Bailly, N., & Meissner, A. (2022). DNA methylation: a historical perspective. *Trends in Genetics*, 38(7), 676–707. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tig.2022.03.010>
- Nurhayati, B., & Darmawati, S. (2017). *Biologi Sel dan Molekuler*. Pusat pendidikan sumber daya manusia kesehatan kemenes RI.
- Prihanto, A. A., & Jaziri, A. A. (2019). *Bioteknologi Perikanan dan Kelautan*. Universitas Brawijaya Press.
- Purwanti, S. H. (2016). *MENGENAL DNA: Populasi Batak, Jawa, Dayak, Toraja, dan Trunyan*. Rayyana Komunikasindo.
- Suryadi, T. (2015). Teknik Analisis Dna Dalam Mengidentifikasi Genotip Golongan Darah Pada Jenazah Kasus Forensik. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 15(3), 157–161.
- Widyanto, R. M., Muslihah, N., Raras, T. Y. M., Rahmawati, I. S., Dini, C. Y., & Maulidiana, A. R. (2021). *Gizi Molekuler*. Universitas Brawijaya Press.
- Yamamoto, N. (2023). *Fundamentals of Bioaerosols Science: From Physical to Biological Dimensions of Airborne Biological Particles*. Elsevier Science.
- Yuwono, T. (2013). *Biologi Molekular*. Erlangga.

TENTANG PENULIS



Ainutajriani, S.Tr.A.K., M.Kes., lahir di Bima, tanggal 13 November 1996. Jenjang Pendidikan D3 Analis Kesehatan ditempuh di di STIKes Mega Rezky Makassar, lulus tahun 2017. Pendidikan D4 Analis Kesehatan, lulus tahun 2018 di Universitas Muhammadiyah Semarang dan S2 Ilmu Laboratorium Klinis di Universitas Muhammadiyah Semarang 2022. Saat ini menjabat sebagai Dosen tetap pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis (S.Tr TLM) Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Beberapa buku yang sudah di terbitkan antara lain : Pengantar Laboratorium Medis (ISBN : 978-623-198-961-1), Pengantar Bakteriologi (ISBN : 978-623-09-8547-8), Bakteriologi Dasar (ISBN : 978-623-8324-25-5), Protozoologi (ISBN : 978-623-8324-21-7) dan Pemeriksaan Laboratorium Untuk Premarital Check-Up (ISBN : 978-623-89104-1-0). Penulis dapat dihubungi melalui email: ainutajriani@um-surabaya.ac.id atau HP/WA 085298599984.

BAB 12

UJI KUALITAS DNA

Sanatang

chemist_ana82@yahoo.com

A. Pengantar Kualitas DNA

Semua komponen kehidupan mempunyai DNA, yaitu materi genetik yang membawa sifat-sifat. Analisis DNA merupakan pemeriksaan penunjang dalam bidang kesehatan yang digunakan baik dalam forensik maupun identifikasi penyebab penyakit.

Isolasi DNA dilakukan sebelum pengambilan DNA dari spesimen manusia, seperti darah, urin, feses, kultur bakteri, atau usapan. Jenis spesimen yang DNA-nya perlu diisolasi akan menentukan jenis prosedur isolasi DNA yang terbaik.

Intinya, isolasi dan kemurnian DNA mengacu pada serangkaian prosedur yang digunakan untuk memisahkan DNA dari zat lain. Salah satu persyaratan mendasar analisis molekuler adalah ekstraksi untuk memperoleh DNA berkualitas tinggi. Hal ini juga merupakan salah satu kriteria keberhasilan amplifikasi DNA yang diperlukan untuk analisis karakter genetic (Sari dkk, 2014).

Hasil amplifikasi DNA target sangat dipengaruhi oleh kualitas DNA yang diisolasi. Kontaminasi RNA, polisakarida, dan protein yang minimal merupakan tanda DNA berkualitas tinggi. Biasanya, kontaminasi ini didapat selama prosedur isolasi DNA.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriany. D,T., Achmad, A.B., Monicha, I.B. (2020). Perbandingan Metode Isolasi DNA Terhadap Nilai Kemurnian DNA Untuk Pengujian White Spot Syndrom Virus (WSSV) Pada Lobster Bambu (*Panulirus versicolor*). Prosiding Simposium Nasional VII Kelautan dan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
- Helwandi, I. R., (2016). Validasi Metode Spektrofotometer UV-Vis Analisis Tiga Panjang Gelombang Untuk Penetapan Kadar Tablet Prednison yang Mengandung Zat Pewarna. Skripsi. Fakultas Farmasi Universitas Airlangga. Surabaya.
- Kusumawati, S.D., Ikhwan, H., Nurlatifah., Adelia. A.P., & Novia. A.H. (2023). Perbandingan Nilai Pengukuran Kuantitatif Isolat Asam Ribonukleat (RNA) Menggunakan Spektrofotometer Nanodrop dan Mikrodrops pada Sampel Hepar Ayam (*Gallus gallus domesticus*). Indonesian Journal of Laboratory. ISSN 2655 1624.
- Mubarok, F. (2021). Spektrofotometer Prinsip dan Cara Kerjanya. Artikel Ilmiah. Universitas Surabaya.
- Mustafa, H., Indra, R.,Yusran, U. (2016). Pengukuran Konsentrasi dan Kemurnian DNA Genom Nyamuk *Anopheles barbirostris*. Jurnal Vektor Penyakit. VO. 10 No 1: Hal.7-10.
- Mollah, A., Aswad, M. A., Andi, H.K. (2022). Uji Kualitas dan Kuantitas DNA porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) pada beberapa Kawasan di Sulawesi Selatan. Jurnal Agritechno. Vol. 15 No 1. doi.org/10.20956/at.v15i1.68.
- Prasetyoningrum, P.A., I Ketut, J., Dwi, A.Y. (2023). Kuantitas dan Kualitas DNA Hasil Ekstraksi dari Bercak Darah Pada Pisau Pasca Paparan Sinar Ultraviolet dan Matahari. Jurnal Metamorfosa. Vol 10. No 1: 176-189

- Sophian, A., & Yustina. (2022). Analisis Nilai kemurnian DNA Menggunakan Nanofotometer pada Ratio 260/230 yang diisolasi dari Produk Nugget. *Muhammadiyah Journal of Nutrition and Food Science*. Vol 3 no 2.
- Suhartati, T. (2017). Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spketrofotometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik. Anugrah Utama Raharja.
- Wardana,A.C. & Miftahul, M. (2021). Perbandingan Kualitas DNA Template yang Diisolasi Dengan Metode Kolom Dengan dan tanpa Sentrifugasi. *Indonesian Journal of Innovation Studies*. Vol. 15. doi 10.21070/ijins. v15i.552

TENTANG PENULIS



Sanatang, S.Si, M.Kes., lahir di Pasitallu Kab Kepulauan Selayar tanggal 18 Februari 1991. Jenjang Pendidikan S1 Kimia ditempuh di Universitas Halu Oleo di Kendari pada tahun 2009 dan lulus tahun 2013 serta melanjutkan Pendidikan S2 Magister Biomedik Konsentrasi Mikrobiologi Klinik di Universitas Hasanuddin pada tahun 2015 dan lulus tahun 2017. Saat ini menjabat sebagai Kepala Laboratorium Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Mandala Waluya di Kendaridan mengajar mata kuliah Immunologi, Diagnostik Molekuler, Biokimia dan Toksikologi. Berbagai riset dan pengabdian telah dilakukan dan dipublish di Jurnal International maupun nasional.
Email chemist_ana82@yahoo.com (No Hp. 081230373273)

BAB

13

STEM CELL

Soraya

soraya.genesismedicare@gmail.com

A. Pendahuluan

1. Definisi Stem Cell

Stem cell, atau sel punca, adalah jenis sel yang memiliki kemampuan unik untuk berkembang menjadi berbagai jenis sel dalam tubuh. Mereka dapat membelah diri dan memperbarui populasi sel secara terus menerus, serta berperan penting dalam proses regenerasi dan perbaikan jaringan. Stem cell dibedakan menjadi dua kategori utama: sel punca embrionik (Embryonic Stem Cells, ESCs) yang berasal dari blastosis tahap awal, dan sel punca dewasa (Adult Stem Cells) yang ditemukan dalam jaringan tubuh yang sudah berkembang (Takahashi, K., & Yamanaka, S., 2019).

2. Sejarah Penelitian Stem Cell

Penelitian mengenai stem cell dimulai pada awal abad ke-20, tetapi baru pada tahun 1981, peneliti berhasil mengisolasi stem cell dari embrio tikus, yang menandai era baru dalam biologi perkembangan. Pada tahun 1998, Dr. James Thomson dan timnya berhasil mengisolasi dan mengkulturkan stem cell manusia, membuka pintu bagi berbagai aplikasi klinis dan penelitian lebih lanjut. Penemuan *Induced Pluripotent Stem Cells* (iPSCs) oleh Shinya Yamanaka pada tahun 2006 merupakan tonggak sejarah lain yang memberikan harapan besar untuk pengobatan regeneratif

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, S., et al. (2020). "Stem cell therapy for heart disease: Clinical status and challenges." *Cell Stem Cell*, 26(3), 304-321.
- Chu, L., et al. (2022). "Stem cell applications in neurological disorders: Opportunities and challenges." *Journal of Clinical Medicine*, 11(1), 45-59.
- Gupta, P., et al. (2023). "Stem cell therapy for retinal diseases." *Progress in Retinal and Eye Research*, 92, 100899.
- Kim, J., et al. (2021). "Epigenetic regulation in stem cell biology." *Annual Review of Biochemistry*, 90, 185-209.
- Li, L., & Xie, T. (2019). "Stem cell niche: Structure and function." *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 35, 231-251.
- Mao, A. S., & Mooney, D. J. (2020). "Regenerative medicine: Current therapies and future directions." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(23), 12583-12592.
- Park, S. H., et al. (2021). "Stem cell-derived exosomes and their therapeutic applications." *Biotechnology Advances*, 47, 107-121.
- Sharma, R., et al. (2022). "Stem cell therapy in diabetes: Current status and future prospects." *Frontiers in Endocrinology*, 13, 897-915.
- Smith, A. G. (2018). "Embryonic stem cells." *Cell*, 175(2), 234-248.
- Takahashi, K., & Yamanaka, S. (2019). "Induced pluripotent stem cells in medicine and biology." *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 20(2), 75-88.
- Thompson, M., et al. (2023). "Challenges in the therapeutic use of stem cells for regenerative medicine." *Stem Cells Translational Medicine*, 12(4), 250-268.

- Wang, Y., et al. (2020). "Advances in 3D bioprinting technology for stem cell-based regenerative medicine." *Stem Cell Research & Therapy*, 11(1), 1-12.
- Wilson, K. D., & Wu, J. C. (2024). "Stem cells and heart regeneration." *Annual Review of Physiology*, 86, 217-240.
- Zhang, Y., et al. (2023). "Advancements in stem cell research: From bench to bedside." *Journal of Translational Medicine*, 21(1), 128-145.
- Zhao, T., et al. (2019). "CRISPR/Cas9-mediated gene editing in human stem cells." *Cell Research*, 29(9), 233-250.

TENTANG PENULIS



Soraya, S.Si., M.Sc., C.Ed. lahir di Pugung Raharjo, 19 Maret 1986. Pendidikan S1 ditempuh di Fakultas Biologi (Konsentrasi Parasitologi) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Lulus tahun 2010. Pendidikan S2 di Prodi Ilmu Kedokteran Tropis (Konsentrasi Imunologi dan Biologi Molekuler Penyakit Tropis), Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada. Lulus tahun 2012. Saat ini berprofesi sebagai dosen sekaligus sebagai Ketua Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Genesis Medicare, Depok, Jawa Barat. Buku ini adalah buku chapter (*Book chapter*) Kesembilan. Judul buku lainnya adalah Nematoda, Trematoda, Pengendalian vector, Parasitologi: Sebagai pengenalan Awal, Bioteknologi, Penyakit Menular, Mikologi, dan Arthropoda. Penulis juga sudah mendapatkan sertifikasi kompetensi sebagai editor buku sehingga memiliki gelar non-akademik *Certified Editor (C.Ed)*. Untuk komunikasi bisa menghubungi lewat email di: soraya.genesismedicare@gmail.com.

BAB

14

REKAYASA GENETIKA

Satriani Syarif
satrianisyarif@gmail.com

A. Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika atau teknologi rekombinan adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang pembentukan kombinasi materi genetik baru dengan cara menyisipkan molekul DNA ke dalam suatu vektor sehingga memungkinkan untuk terjadinya integrasi dan mengalami perbanyakan dalam suatu sel organisme lain yang berperan sebagai sel inang. Teknik ini untuk menghasilkan sifat baru dengan merekombinasikan gen tertentu dengan DNA genom. Rekayasa genetika melibatkan serangkaian teknik molekular untuk menemukan, mengisolasi, mengubah dan mempelajari DNA. Istilah rekombinan digunakan karena biasanya tujuan utamanya adalah untuk menggabungkan DNA dari dua sumber yang berbeda. Sebagai contoh gen manusia dapat disisipkan ke dalam kromosom virus.

1. Rekayasa genetika

Manipulasi atau rekayasa gen sampai pada level molekuler memiliki beberapa tantangan dan terkadang membutuhkan strategi yang kelihatannya mustahil. Tantangan pertama adalah menentukan gen yang mengkode protein yang dibutuhkan, sebagai contoh untuk membuat bakteri yang bisa memproduksi protein manusia dengan jumlah yang cukup besar maka langkah awal yang dibutuhkan adalah mencari gen yang mengkode protein tersebut. Mari kita asumsikan gen yang akan kita isolasi

DAFTAR PUSTAKA

- Bernard R. G., Jack J. P., & Cheryl L. (2010). *Molecular biotechnology : principles and applications of recombinant DNA*. ASM Press.
- BSCS (2006). *BSCS Biology: A Molecular Approach, 9th Edition*. Glencoe/McGraw-Hill Companies, Inc.
- Brown, T.A., (2010). *Gene cloning and DNA analysis : an introduction*. Blackwell Publishing Ltd.
- Clark D. P., & Pazdernik N. J., (2022). *Biotechnology*. Elsevier Inc.
- Dale J. W., & Scantz M. (2002). *From Gen to Genomes*. John Wiley & sons Ltd.
- Hartl D. L., & Jones E. W. (1998). *Genetics: Principles and Analysis Fourth Edition*. Jones and Bartlett Publishers.
- Karp G., (2013). *Cell and Molecular Biology*. John Wiley & sons Ltd.
- Mader, S.S., (2010). *Biology*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Mader, S.S., & Windelspecht M., (2015). *Essential of Biology*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Weafer R. F., (2012). *Molecular Biology*. McGraw-Hill Companies, Inc.

TENTANG PENULIS



Satriani Syarif., lahir di kota Kendari Sulawesi Tenggara pada tanggal 25 Agustus 1990. Jenjang Pendidikan S1 ditempuh di Universitas Halu Oleo, Kota Kendari lulus tahun 2022. Pendidikan S2 Biologi, lulus tahun 2016 di Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjabat sebagai anggota senat periode 2021-2025, serta menjadi penasehat kegiatan kemahasiswaan, dan dosen tetap prodi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Mandala Waluya. (Email; satrianisyarif@gmail.com, Hp: 085285564009)

BAB 15

PEMANFAATAN BIOLOGI MOLEKULER

Suwarny

suwarny73@gmail.com

A. Aplikasi Biologi Molekuler

Pengetahuan yang kita peroleh melalui perkembangan ilmu molekuler, menjadikan kita mampu memahami konsep biologi molekuler. Biologi molekuler merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari struktur, fungsi, dan interaksi molekul-molekul biologis di dalam sel, termasuk DNA, RNA, protein, serta berbagai macam senyawa organik dan anorganik lainnya. Aplikasi biologi molekuler merupakan penerapan konsep-konsep biologi molekuler dalam berbagai bidang, seperti kedokteran, pertanian, kesehatan, forensik, dan lain sebagainya.

Pemanfaatan teknologi molekuler dalam bidang kesehatan memberikan kesempatan dalam pemecahan masalah kesehatan seperti melakukan diagnosa terhadap suatu kasus penyakit, tindakan pencegahan, serta mengobati berbagai penyakit termasuk penyakit genetik.

Dalam pemanfaatannya, biologi molekuler dapat ditinjau dari berbagai macam aspek keilmuan, berikut merupakan tinjauan pemanfaatan biologi molekuler di dunia kesehatan:

1. Untuk mendeteksi dan mengidentifikasi penyebab dan mekanisme kelainan suatu penyakit. Misalnya penyakit yang disebabkan oleh kesalahan dari satu gen saja seperti defisiensi pigmen yang dapat menyebabkan albinisme, gangguan metabolisme asam amino, kelainan saraf, *Cystic*

DAFTAR PUSTAKA

- Alqutob, R., Al Nsour, M., Tarawneh, M. R., Ajlouni, M., Khader, Y., Aqel, I., Kharabsheh, S., & Obeidat, N. (2020). COVID-19 crisis in Jordan: Response, scenarios, strategies, and recommendations. *JMIR Public Health and Surveillance*, 6(3), 1–6. <https://doi.org/10.2196/19332>
- Bloom, D. E., & Cadarette, D. (2019). Infectious disease threats in the twenty-first century: Strengthening the global response. *Frontiers in Immunology*, 10(MAR), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00549>
- Clifford, G., Franceschi, S., Diaz, M., Muñoz, N., & Villa, L. L. (2006). Chapter 3: HPV type-distribution in women with and without cervical neoplastic diseases. *Vaccine*, 24(SUPPL. 3), 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2006.05.026>
- Derakhshan, S., Peerayeh, S. N., & Bakhshi, B. (2016). Association between presence of virulence genes and antibiotic resistance in clinical *Klebsiella pneumoniae* isolates. *Lab Medicine*, 47(4), 306–311. <https://doi.org/10.1093/labmed/lmw030>
- Dwivedi, S., Purohit, P., Misra, R., Pareek, P., Goel, A., Khattri, S., Pant, K. K., Misra, S., & Sharma, P. (2017). Diseases and Molecular Diagnostics: A Step Closer to Precision Medicine. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 32(4), 374–398. <https://doi.org/10.1007/s12291-017-0688-8>
- Fitriyanto, E. T., Darmawati, S., & Wilson, W. (2017). PROFIL TOTAL PROTEIN *Staphylococcus aureus* (*Methycilin Resisten Staphylococcus aureus*) Keywords : MRSA , Profile Protein , SDS PAGE , *Staphylococcus aureus* . repository. unimus . ac . id TOTAL PROTEIN PROFILE *Staphylococcus aureus* (*Methycilin Resistan*. 7–8.
- Forero, D. A., & Chand, V. (2023). Methods in molecular biology and genetics: looking to the future. *BMC Research Notes*, 16(1), 1–3. <https://doi.org/10.1186/s13104-023-06298-y>

- Giuliano, C. J., Lin, A., Girish, V., & Sheltzer, J. M. (2019). Generating Single Cell-Derived Knockout Clones in Mammalian Cells with CRISPR/Cas9. *Current Protocols in Molecular Biology*, 128(1), 1–25. <https://doi.org/10.1002/cpmb.100>
- Han, J. Y., & Han, S. B. (2020). Febrile Seizures and Respiratory Viruses Determined. *MDPI Children*, 7(234), 1–10. [10.3390/children7110234](https://doi.org/10.3390/children7110234)
- Hudu, S. A., Alshrari, A. S., Syahida, A., & Sekawi, Z. (2016). Cell culture, technology: Enhancing the culture of diagnosing human diseases. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(3), DE01–DE05. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/15837.7460>
- Li, Z., Song, S., He, M., Wang, D., Shi, J., Liu, X., Li, Y., Chi, X., Wei, S., Yang, Y., Wang, Z., Li, J., Qian, H., Yu, H., Zheng, Q., Yan, X., Zhao, Q., Zhang, J., Gu, Y., ... Xia, N. (2018). Rational design of a triple-type human papillomavirus vaccine by compromising viral-type specificity. *Nature Communications*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07199-6>
- Malik, S., Ahsan, O., Mumtaz, H., Tahir Khan, M., Sah, R., & Waheed, Y. (2023). Tracing down the Updates on Dengue Virus – Molecular Biology, Antivirals, and Vaccine Strategies. *Vaccines*, 11(8), 1–15. <https://doi.org/10.3390/vaccines11081328>
- Meyer, B., Drosten, C., & Müller, M. A. (2020). *Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource center with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news, and information. January.*
- Mushlih, M. (2019). Biologi Molekular, Aplikasi Dasar di Dunia Kesehatan. In *UMSIDA Press* (Vol. 1, Issue Agustus).
- Okpala I. (2015). *Applications of Molecular Biology in Medicine*. 2(1), 38–42.

- Pandey, A. S. (2017). Genetics in medicine. In *Journal of Kathmandu Medical College* (Vol. 6, Issue 1). <https://doi.org/10.3126/jkmc.v6i1.18578>
- Paterson, D. L., & Bonomo, R. A. (2005). Clinical Update Extended-Spectrum Beta-Lactamases: a Clinical Update. *Clinical Microbiology Reviews*, 18(4), 657–686. <https://doi.org/10.1128/CMR.18.4.657>
- Perrie, Y., Mohammed, A. R., Kirby, D. J., McNeil, S. E., & Bramwell, V. W. (2008). Vaccine adjuvant systems: Enhancing the efficacy of sub-unit protein antigens. *International Journal of Pharmaceutics*, 364(2), 272–280. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2008.04.036>
- Rémy, V., Zöllner, Y., & Heckmann, U. (2015). Vaccination: the cornerstone of an efficient healthcare system. *Journal of Market Access and Health Policy*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.3402/jmahp.v3.27041>
- Ruhi, S., Murtini, S., Poetri, O. N., & Soejoedono, R. D. (2018). Preparasi Immunoglobulin Yolk (IgY) Spesifik Virus Rabies untuk Pengembangan Kit Diagnostik. *Acta VETERINARIA Indonesiana*, 6(1), 30–37. <https://doi.org/10.29244/avi.6.1.30-37>
- Saadatian Farivar, A., Nowroozi, J., Eslami, G., & Sabokbar, A. (2018). RAPD PCR Profile, Antibiotic Resistance, Prevalence of *armA* Gene, and Detection of KPC Enzyme in *Klebsiella pneumoniae* Isolates. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6183162>
- Solikhah, A. M., Sri, D., & Muhammad, E. P. (2018). Analisis Profil Protein *Staphylococcus aureus* Multidrug Resistance (MDR) dengan SDS-PAGE. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Semarang*, 1–8.

- Speers, D. J. (2006). Clinical applications of molecular biology for infectious diseases. *The Clinical Biochemist. Reviews*, 27(1), 39–51.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16886046>
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC1390794>
- Stawicki, S., Jeanmonod, R., Miller, A., Paladino, L., Gaiieski, D., Yaffee, A., De Wulf, A., Grover, J., Papadimos, T., Bloem, C., Galwankar, S., Chauhan, V., Firstenberg, M., DI Somma, S., Jeanmonod, D., Garg, S., Tucci, V., Anderson, H., Fatimah, L., ... Garg, M. (2020). The 2019-2020 novel coronavirus (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) pandemic: A joint American college of academic international medicine-world academic council of emergency medicine multidisciplinary COVID-19 working group consensus paper. *Journal of Global Infectious Diseases*, 12(2), 47–93.
https://doi.org/10.4103/jgid.jgid_86_20
- Suh, Y., & Vijg, J. (2005). SNP discovery in associating genetic variation with human disease phenotypes. *Mutation Research - Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 573(1–2), 41–53. <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2005.01.005>
- Suwarny, & Purnama, T. (2023). Identifikasi Molekuler Dan Penapisan Aktivitas Bakteri Endofit Tanaman Lamun Sebagai Anti Multidrug-Resistant Di Wilayah Peisir Kota Kendari. *Jurnal Biologi Makassar*, 8(1), 60–68.
- Thomas, C. E., Ehrhardt, A., & Kay, M. A. (2003). Progress and problems with the use of viral vectors for gene therapy. *Nature Reviews Genetics*, 4(5), 346–358.
<https://doi.org/10.1038/nrg1066>
- Travieso, T., Li, J., Mahesh, S., Mello, J. D. F. R. E., & Blasi, M. (2022). The use of viral vectors in vaccine development. *Npj Vaccines*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41541-022-00503-y>

- Ura, T., Okuda, K., & Shimada, M. (2014). Developments in viral vector-based vaccines. *Vaccines*, 2(3), 624–641. <https://doi.org/10.3390/vaccines2030624>
- Vartak, A., & Sucheck, S. J. (2016). Recent advances in subunit vaccine carriers. *Vaccines*, 4(2), 1–18. <https://doi.org/10.3390/vaccines4020012>
- Warmadewi, D. A. (2017). Buku Ajar Mutasi Genetik. *Mutasi Genetik*, 15–16(Mutasi), 1–53.
- Xue, W., Li, T., Gu, Y., Li, S., & Xia, N. (2023). Molecular engineering tools for the development of vaccines against infectious diseases: current status and future directions. *Expert Review of Vaccines*, 22(1), 563–578. <https://doi.org/10.1080/14760584.2023.2227699>
- Yang, S., Li, Y., Dai, L., Wang, J., He, P., Li, C., Fang, X., & ... (2020). Safety and immunogenicity of a recombinant tandem-repeat dimeric RBD protein vaccine against COVID-19 in adults: pooled analysis of two randomized *MedRxiv*, December 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.12.20.20248602>
- Zhong, Q., Bhattacharya, S., Kotsopoulos, S., Olson, J., Taly, V., Griffiths, A. D., Link, D. R., & Larson, J. W. (2011). Multiplex digital PCR: Breaking the one target per color barrier of quantitative PCR. *Lab on a Chip*, 11(13), 2167–2174. <https://doi.org/10.1039/c1lc20126c>

TENTANG PENULIS



Suwarny., lahir di Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 7 Maret 1987. Jenjang Pendidikan S1 pada tahun 2005 ditempuh di Universitas Haluoleo (UHO), Kota Kendari dan lulus tahun 2009. Di tahun 2014 melanjutkan Pendidikan S2 di Institut Pertanian Bogor dan lulus tahun 2016. Saat ini beraktivitas sebagai dosen di Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis (TLM) Fakultas Sain dan Teknologi di Universitas Mandala Waluya. (email: suwarny73@gmail.com, HP: 082323261773)