



EDITOR

dr. Yusuf Musafir Kolewora, Sp.P(K) Onk.
dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD

BIOMEDIK ADVANCE

Marliana Nurprilinda | Al Ichsan | Rauza Sukma Rita | Erlin Ifadah | Wahyu Ilahi
Asriati | Raudatul Janah | Fajar Susanti | Deniyati | Zamharira Muslim

BIOMEDIK ADVANCE

Materi yang terdapat dalam buku ini terbagi dalam 10 bab dengan judul bab sebagai berikut :

Bab 1 Struktur dan Fungsi Normal Sel

Bab 2 Konsep Adaptasi Sel

Bab 3 DNA, RNA dan Protein

Bab 4 Konsep Patofisiologi Penyakit

Bab 5 Patofisiologi Penyakit Akibat Radang/Infeksi

Bab 6 Patofisiologi Penyakit Akibat Autoimun

Bab 7 Patofisiologi Penyakit Akibat Neoplasma

Bab 8 Patofisiologi Penyakit Akibat Proses Degeneratif
(Aging dan Trauma)

Bab 9 Konsep Rute Pemberian Obat

Bab 10 Konsep Efek, Interaksi dan Respon Penderita terhadap Obat



eureka
media aksara

Anggota IKAPI
No. 225/JTE/2021

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

ISBN 978-623-120-387-8



9 786231 203878

BIOMEDIK ADVANCE

dr. Marlina Nurprilinda, Sp.PA, MH

dr. Al Ichsan, Sp.PA

dr.Rauza Sukma Rita, Ph.D

Ns. Erlin Ifadah, M.Kep.Sp.Kep.M.B

Wahyu Ilahi, S.Kep., Ns., M.Kep

Dr. dr. Asriati, M.Kes

dr. Raudatul Janah, Sp.PA

Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.Kom

Deniyati, S.Farm., M.Si

apt. Zamharira Muslim, M.Farm



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

BIOMEDIK ADVANCE

- Penulis** : dr. Marlina Nurprilinda, Sp.PA, MH
dr. Al Ichsan, Sp.PA
dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D
Ns. Erlin Ifadah, M.Kep.Sp.Kep.M.B
Wahyu Ilahi, S.Kep., Ns., M.Kep
Dr. dr. Asriati, M.Kes
dr. Raudatul Janah, Sp.PA
Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.Kom
Deniyati, S.Farm., M.Si
apt. Zamharira Muslim, M.Farm
- Editor** : dr. Yusuf Musafir Kolewora, Sp.P(K) Onk.
dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD

Desain Sampul : Ardyan Arya Hayuwaskita

Tata Letak : Rizki Rose Mardiana

ISBN : 978-623-120-387-8

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, FEBRUARI 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 : eurekaediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat dan karunia-Nya buku kolaborasi dalam bentuk *book chapter* ini dapat dipublikasikan dan sampai kepada pembaca. Buku “Biomedik Advance” ini disusun oleh sejumlah akademisi dan praktisi sesuai dengan kapakarannya masing-masing. Karya ini diharapkan dapat memberi kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya terkait Biomedik Advance.

Buku ini disusun dengan harapan dapat membantu mahasiswa, dosen dan masyarakat umum dalam mencari referensi terkait Biomedik Advance. Disusun dengan bahasa yang sederhana dengan harapan para pembaca dapat dengan mudah memahaminya. Sehingga dapat menjawab tantangan maupun persoalan dalam sistem pengajaran berkaitan dengan topik Biomedik Advance.

Materi yang terdapat dalam buku ini terbagi dalam 10 bab dengan judul bab sebagai berikut :

Bab 1 Struktur dan Fungsi Normal Sel

Bab 2 Konsep Adaptasi Sel

Bab 3 DNA, RNA dan Protein

Bab 4 Konsep Patofisiologi Penyakit

Bab 5 Patofisiologi Penyakit Akibat Radang/Infeksi

Bab 6 Patofisiologi Penyakit Akibat Autoimun

Bab 7 Patofisiologi Penyakit Akibat Neoplasma

Bab 8 Patofisiologi Penyakit Akibat Proses Degeneratif (Aging dan Trauma)

Bab 9 Konsep Rute Pemberian Obat

Bab 10 Konsep Efek, Interaksi dan Respon Penderita terhadap Obat

“Tiada Gading yang Tak Retak”. Sebagai tim penulis, dengan segala tantangan dan keterbatasan kami menyadari bahwa dalam tulisan ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Sehingga dengan senang hati kami menghargai saran dan masukan konstruktif yang diberikan, untuk semakin meningkatkan kualitas karya-karya kami berikutnya.

Terima kasih tak terhingga kepada semua pihak, kerabat, keluarga, rekan kerja yang telah memberikan masukan, apresiasi dan dukungan tanpa henti, selama proses penyusunan dan penerbitan buku ini. Dengan kontribusi berharga yang diberikan dan doa restu dari semua pihak, kami bersyukur karya tulis ini telah berhasil diterbitkan. Terima kasih kepada Penerbit Eureka Media Aksara sebagai inisiator penyusunan *book chapter* ini. Semoga buku ini membawa berkat dan manfaat bagi berbagai pihak dan para pembaca sekalian. Selamat membaca.

Jakarta, 1 Desember 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 STRUKTUR DAN FUNGSI NORMAL SEL	1
A. Pendahuluan	1
B. Sel	2
C. Struktur dan Fungsi Normal Sel	5
DAFTAR PUSTAKA	20
BAB 2 KONSEP ADAPTASI SEL	21
A. Pendahuluan	21
B. Respons Sel Terhadap Stres dan Stimulus yang Merusak	22
C. Adaptasi Sel	23
D. Penyebab dan Mekanisme Jejas Sel	31
E. Kematian Sel	35
DAFTAR PUSTAKA	37
BAB 3 DNA, RNA, DAN PROTEIN	38
A. Pendahuluan	38
B. <i>Deoxyribonucleic Acid</i> (DNA)	38
C. <i>Ribonucleic Acid</i> (RNA)	42
D. Protein	47
E. Kesimpulan	49
DAFTAR PUSTAKA	50
BAB 4 KONSEP PATOFISIOLOGI PENYAKIT	53
A. Pendahuluan	53
B. Studi tentang Patofisiologi	53
C. Riwayat Kesehatan	54
D. Determinasi Patofisiologi	55
E. Pengenalan pada Perubahan Sel	58
DAFTAR PUSTAKA	62
BAB 5 PATOFISIOLOGI PENYAKIT AKIBAT RADANG / INFLAMASI	63
A. Pengertian	63
B. Patofisiologi	63

	C. Etiologi Radang.....	64
	D. Fase Peradangan	66
	E. Klasifikasi Radang	67
	F. Obat-Obatan Anti Radang	72
	DAFTAR PUSTAKA	74
BAB 6	PATOFISIOLOGI PENYAKIT AKIBAT	
	AUTOIMUN	75
	A. Pendahuluan	75
	B. Dasar-Dasar Patofisiologi Autoimunitas	76
	C. Proses Patofisiologi Autoimun	77
	D. Organ-organ Sasaran Autoimunitas	81
	DAFTAR PUSTAKA	86
BAB 7	PATOFISIOLOGI PENYAKIT AKIBAT	
	NEOPLASMA	87
	A. Pendahuluan	87
	B. Neoplasma.....	87
	C. Bahan-Bahan Karsinogen	89
	D. Patofisiologi Neoplasma.....	89
	E. Patofisiologi Penyakit akibat Neoplasma	91
	F. Klasifikasi Histologik Tumor.....	93
	G. Proses Penyebaran Neoplasma Maligna.....	94
	DAFTAR PUSTAKA	98
BAB 8	PATOFISIOLOGI PENYAKIT AKIBAT PROSES	
	DEGENERATIF	99
	A. Pendahuluan	99
	B. Sistem Muskuloskeletal.....	99
	C. Sistem Indera Penglihatan.....	103
	D. Sistem Pencernaan	107
	DAFTAR PUSTAKA	111
BAB 9	KONSEP RUTE PENGGUNAAN OBAT.....	113
	A. Pendahuluan	113
	B. Pengertian Rute Penggunaan Obat	114
	C. Tujuan Penelitian	115
	D. Jenis-Jenis Rute Penggunaan Obat	115
	DAFTAR PUSTAKA	124

BAB 10	KONSEP EFEK, INTERAKSI DAN RESPON	
	KLINIS OBAT	125
	A. Konsep Efek Obat.....	125
	B. Efek Obat.....	128
	C. Interaksi Obat.....	129
	D. Respon Klinis Obat (Katzung, Masters and Trevor, 2012)	138
	DAFTAR PUSTAKA.....	141
	TENTANG PENULIS	143

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Molekul DNA Berupa Empat Basa Nitrogen, Nukleosida dan Nukleotida	8
Tabel 1. 2	Empat Komponen Molekul RNA.....	12
Tabel 1. 3	Perbedaan Struktur dan Komponen Penyusun DNA Dan RNA	13
Tabel 6. 1	Common Postinfectious and Paraneoplastic Neuromuscular Disorders	82
Tabel 7. 1	Klasifikasi Histologis Tumor	93
Tabel 10. 1	Klasifikasi Efikasi Obat pada Reseptor.....	126
Tabel 10. 2	Interaksi obat mempengaruhi absorpsi (Baxter, 2010).....	133
Tabel 10. 3	Obat-Obatan yang Mempengaruhi atau Dimetabolisme oleh Keluarga CYP2 Isoenzim Sitokrom P450 (Baxter, 2010)	136
Tabel 10. 4	Interaksi Obat yang Dipengaruhi Aliran di Ginjal (Baxter, 2010).....	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Anatomi Sel (Cristina M. Cardoso, 1999)	5
Gambar 1. 2	Struktur Membrane Nucleus Berupa Dua Lapisan Fosfolipid dan Dilengkapi dengan Pori-Pori sebagai Jalur Transportasi Molekul.....	7
Gambar 1. 3	Model Struktur DNA Watson dan Crick a. molekul DNA; b. molekul double-helix; c. dua molekul antiparalel; d. Watson dan Crick.....	10
Gambar 1. 4	Tiga Hipotesis Model Replikasi DNA	11
Gambar 1. 5	Sentral Dogma Biologi Molekular, Material Genetik dari DNA Berperan sebagai Cetakan untuk Menghasilkan mRNA yang Membawa Pesan Spesifik untuk Sintesis Protein.....	15
Gambar 2. 1	Mekanisme Adaptasi Sel.....	24
Gambar 3. 1	Bahan Penyusun DNA (Al-Husseiny, 2021)	40
Gambar 3. 2	DNA double helix (Liu <i>et al.</i> , 2012)	41
Gambar 3. 3	Struktur RNA primer (kiri), sekunder (tengah), dan tersier (kanan) (Zhao <i>et al.</i> , 2021)	45
Gambar 3. 4	Struktur Protein (Faccio, 2019)	48
Gambar 4. 1	Sel Atrophy	59
Gambar 4. 2	Sel Hypertrophy	59
Gambar 4. 3	Sel Metaplasia	60
Gambar 4. 4	Sel Hyperplasia.....	60
Gambar 4. 5	Sel Dysplasia.....	61
Gambar 4. 6	Sel Neoplasma	61
Gambar 5. 1	Proses Peradangan Akibat Adanya Jejas (Robbins <i>et al.</i> , 2007)	68
Gambar 5. 2	Tahapan Kemotaksis Leukosit (Price, 2005).....	70
Gambar 5. 3	Hasil dari Inflamasi Kronik	71
Gambar 6. 1	Peran Bahan Kimia Beracun pada Autoimunitas ...	78
Gambar 6. 2	Aktivasi dan Kematian Sel yang Diinduksi	80
Gambar 6. 3	Sel Pengatur Mencegah atau Menekan Aktivitas Limfosit Lain yang Memiliki Potensi Merusak.....	81
Gambar 7. 1	Perbedaan Tumor Ganas dan Tumor Jinak.....	89
Gambar 7. 2	Patofisiologi Neoplasma	90

Gambar 7.3	Hemangioma.....	94
Gambar 7.4	Retinoblastoma.....	94
Gambar 9.1	Jenis-jenis Rute Pemberian Obat (Greenstein <i>et al</i> , 1998)	123

BAB 1

STRUKTUR DAN FUNGSI NORMAL SEL

dr. Marlina Nurprilinda, SpPA, MH

A. Pendahuluan

Makhluk hidup tersusun atas unit terkecil yang mampu melakukan aktivitas seperti individu utuh. Unit terkecil inilah yang dikenal dengan istilah *cella/cell/sel*. Sel sebagai unit terkecil memiliki kemampuan untuk menanggapi rangsang, membutuhkan nutrisi, melakukan ekskresi, bereproduksi, metabolisme, bergerak dan akhirnya semua aktivitas yang dilakukan oleh makhluk hidup secara utuh. Sel dipelajari sebagai kajian khusus dalam bidang biologi sel untuk mengkaji lebih spesifik baik secara fisikokimia maupun interaksinya dengan lingkungannya. (Alberts B, 2008)

Biologi sains (*biological science*) memiliki ranah bahasan yang cukup luas mencakup struktur, fungsi, pengelompokan molekuler, pertumbuhan, reproduksi serta material genetik dari suatu jenis makhluk hidup. Sudah bukan rahasia lagi dan banyak hasil penemuan para ahli biologi tentang penyusun makhluk hidup yang kita kenal dengan istilah sel, bahasan spesifik mengenai sel lebih dikenal dengan istilah *Cytology* (Gr: *kytos* = ruang kosong dari sel dan *logos* = ilmu) atau sekarang lebih dikenal dengan **biologi sel** (*cell biology*). Biologi sel dititik beratkan untuk mempelajari tentang struktur dan fungsi dari berbagai jenis sel sebagai unit terkecil penyusun makhluk hidup. Hasil dari studi dan riset beberapa ahli dalam bidang biologi sel digunakan untuk merumuskan sel secara umum dan

mempermudah para pemula untuk memahami kajian dari setiap jenis dan fungsi spesifik dari sel. (P.S, 2015)

Mempelajari biologi sel tentu tidak bisa menghilangkan pokok penting dari unit morfologi dan fungsional sel itu sendiri. Tantangan terbesar mempelajari biologi sel adalah objek dalam kajian ini tidak bisa kita amati atau observasi dengan mata secara langsung, hal ini disebabkan sel memiliki ukuran yang sangat kecil (*microscopic*) mulai dari 100 mikrometer (μm) hingga 1 mikrometer (μm). Dengan ukuran sel yang *microscopic* tersebut, maka untuk mengamati morfologi dari sel dibutuhkan alat bantu atau instrumen, yakni **mikroskop**. Awal mula munculnya biologi sel sangat terkait dengan ditemukannya berbagai mikroskop hingga ditemukan pula bagian-bagian sel yang disebut organel sel serta fungsi dari masing-masing organel untuk bisa dipahami lebih mendalam. (Sazali, 2017)

Dengan demikian, biologi sel merupakan cabang ilmu biologi yang sangat erat kaitannya dengan struktur, fungsi, pengelompokan molekuler, pertumbuhan, reproduksi, dan material genetik dari sel serta untuk mengamatinya membutuhkan instrumen berupa mikroskop dikarenakan ukuran sel yang *microscopic*. (Sazali, 2017)

B. Sel

Sel dikatakan sebagai satu keutuhan yang komplit terbagi menjadi tiga karakteristik dasar: (Alberts B, 2008)

1. Memiliki satu set gen, merupakan cetak biru (informasi genetik) yang mengatur kegiatan metabolisme sel dan membentuk sel-sel baru (*cell cycle*). Setelah disepakati gen terdapat dalam kromosom dan kromosom tersusun DNA berupa asam nukleat. Karakteristik genetik sangat beragam, oleh karena itu informasi genetik harus hadir dalam berbagai macam informasi atau bentuk sifat yang tidak terbatas jumlahnya dan harus dapat menyimpan informasi biologi serta tidak mengalami kerusakan struktur dan fungsinya. Hal lain yang ditemui suatu sifat genetik dapat berubah, oleh karena itu bahan genetik harus mampu memunculkan variasi

dengan cara mutasi dan produk yang akan dihasilkan berupa fenotipe dalam istilah ilmu genetika modern dikenal sebagai “**ekspresi gen**”. Sebagai contoh yang sering diulas dalam buku-buku biologi adalah siklus sel (*cell cycle*) yang ditandai dengan terjadinya pembelahan sel, bahan genetik berupa kromosom yang terdapat di dalam sel mengalami duplikasi selanjutnya sel melakukan pembelahan. Dengan demikian, bahan genetik juga harus dapat dibuat ulang dalam bentuk yang sama (replikasi) sehingga masing-masing sel yang mengalami pembelahan mendapatkan bahan genetik yang sama.

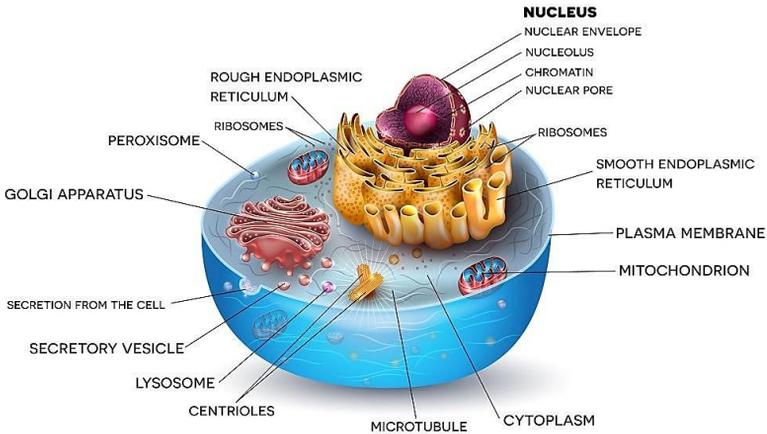
2. Memiliki membran plasma (membran sel), sebagai pembatas antara intraseluler dengan ekstraseluler dan memungkinkan terjadinya pertukaran selektif materi dan energi dari eksternal menuju internal sel dan sebaliknya. Membran plasma atau membran sel memegang peran penting dalam pertahanan dan pergerakan material dan energi. Dengan demikian, kemampuan selektif yang dimiliki oleh membran plasma ini menjadi jalur transport yang sangat penting dimiliki oleh setiap sel.
3. Sel memiliki kemampuan metabolisme sendiri (*self metabolic*) untuk mempertahankan dan keberlangsungan kehidupan (pertumbuhan, reproduksi dan perbaikan dari kerusakan).

Sebagai pengecualian teori sel adalah “**virus**”. Virus tidak mudah digolongkan ke dalam parameter dari sel sejati. Virus tidak memiliki membran plasma dan mesin metabolik untuk produksi energi, reproduksi, dan sintesis protein secara mandiri. Namun, seperti organisme seluler lainnya virus memiliki (1) material genetik dalam bentuk gabungan makromolekul; (2) sebuah material genetik atau hereditas dalam bentuk DNA atau RNA; (3) kapasitas untuk melakukan reproduksi walau harus dengan *host* (inang); dan (4) kapasitas untuk mengalami perubahan substansi genetik (*mutation*). Oleh karena itu, virus hanya dapat melakukan reproduksi di dalam sel inang, baik sel hewan, tanaman, atau bakteri. Material genetik diinjeksikan ke

dalam inang untuk keberlangsungan reproduksi. Namun, harus diperhatikan, tidak semua material genetik virus (DNA atau RNA) mampu melakukan conjugation (penafsiran) untuk dipasangkan dengan semua jenis material genetik inang, sehingga terbentuk spesifikasi jenis virus dengan inang untuk proses reproduksi virus.

Dengan demikian, virus dapat didefinisikan sebagai partikel, sub-selular (hampir mendekati atau mirip dengan sel) dan *ultra-microscopic* yang merupakan parasit tingkat seluler obligat dan patogen potensial yang reproduksi (replikasi material genetik) terjadi dalam sel inang dan mampu melakukan transmisi infeksi yang menyebabkan reaksi karakteristik tertentu di dalam sel inang. Di luar sel inang, virus hanya seperti partikel atau benda tidak hidup (*non-living*) dan seperti garam atau gula, mereka dapat dimurnikan, dikristalkan dan ditempatkan ke dalam wadah botol di rak selama bertahun-tahun. Selanjutnya, ada beberapa jenis organisme tertentu, seperti protozoa, paramecium, jamur rhizopus dan alga keemasan yang tidak sesuai dengan lingkup teori sel. Semua organisme tersebut memiliki tubuh yang tersusun dari protoplasma yang tidak memiliki pengaturan seperti sel pada umumnya dan memiliki lebih dari satu inti. Sehingga beberapa ahli mempertanyakan, apakah sel masih dikatakan sebagai unit dasar dari struktur di dalam beberapa jenis bahasan di atas. (I, 2008)

ANATOMY OF A CELL



Gambar 1. 1 Anatomi Sel (Cristina M. Cardoso, 1999)

C. Struktur dan Fungsi Normal Sel

Terdapat hampir 1,5 juta perbedaan secara karakter dan sifat antara masing-masing spesies yang sudah ditemukan dan diberikan nama dalam biosfer. Hal ini didasari dari kehadiran sejumlah protein sederhana yang merepresentasikan sebagian kecil dari jumlah total keseluruhan spesies yang ada di bumi. Perbedaan ini ditentukan oleh adanya rangkaian penentu yang memiliki keunikan tersendiri dalam memberikan sifat dan karakter pada suatu spesies, seperti contoh terlihat perbedaan yang sangat mencolok pada bunga mawar dengan gorilla, atau lebih dekat kita perhatikan antara jenis spesies yang sama terdapat perbedaan warna mata manusia, ada yang bermata biru, coklat atau hazel. Dari hasil studi panjang para pakar biologi molekuler menemukan senyawa tertentu yang bertanggung jawab dalam meneruskan karakter dan sifat dari sel satu ke sel berikutnya atau dari generasi ke generasi yang dikenal dengan istilah “gen” yang terdapat di dalam sel. Lebih spesifik para pakar ilmu genetika mengkonfirmasi bahwa

keberadaan protein di dalam sel sangat berhubungan dengan kemunculan genotip dan fenotip. (Cristina M. Cardoso, 1999)

Struktur Kimia Material Genetis (DNA dan RNA)

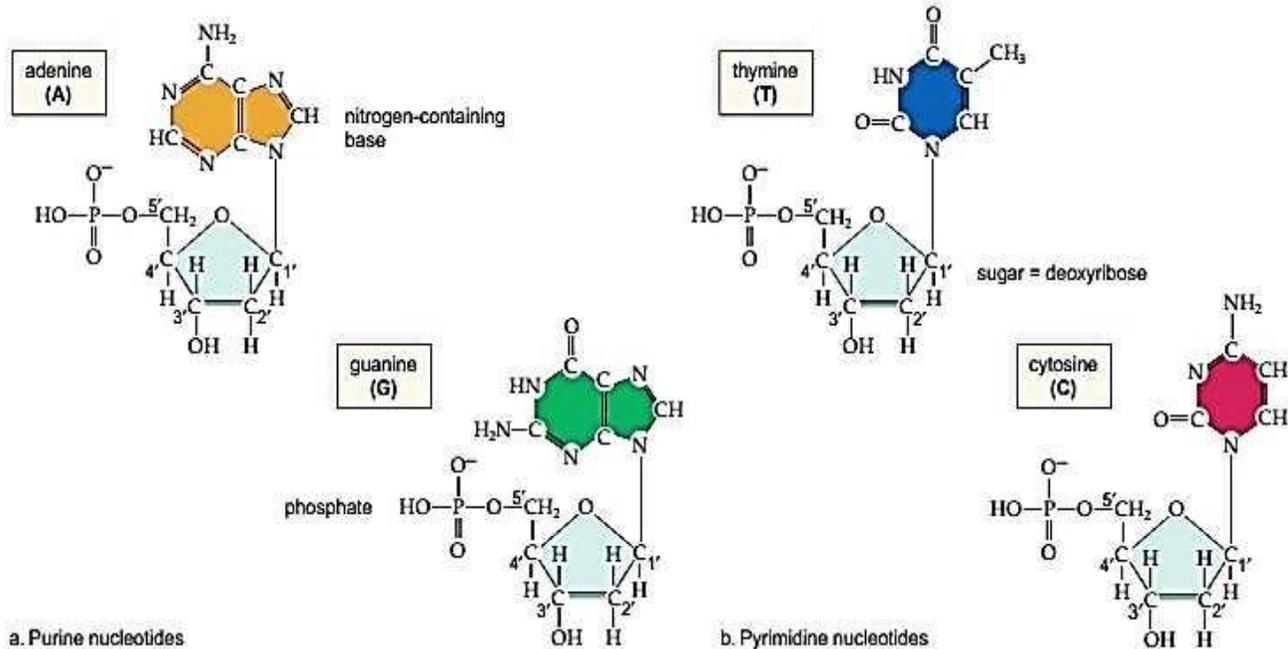
Sebagai material genetis, protein spesifik ini dikenal dengan DNA (*deoxyribonucleic acid*) and RNA (*ribonucleic acid*), prinsip dasar dari material genetik pada makhluk hidup adalah secara kimia tersusun atas asam nukleat (nucleic acids) dan molekul kompleks lainnya yang sebagian besar berupa protein dan sebagian berupa karbon, oksigen, hydrogen, nitrogen dan fosfor. Secara keseluruhan molekul kompleks tersebut akan membentuk urutan DNA (*DNA's sequence*) → asam amino → polipeptida (protein) → struktur organisme. (Sazali, 2017)

Struktur Biokimia DNA

Pada tahun 1950an DNA secara luas diterima sebagai material genetik (penentu sifat) seluruh makhluk hidup. Muncul pertanyaan mendasar "Seperti apakah struktur yang tepat untuk DNA, dan bagaimana bisa sebuah molekul yang hanya terdiri dari empat nukleotida yang berbeda menghasilkan keanekaragaman makhluk hidup yang sangat tinggi seperti kita saksikan sekarang ini?" (K, 2010)

Untuk menjawab pertanyaan di atas, para pakar Biologi Molekuler melakukan pemurnian DNA secara spesifik dengan mengekstrak dari berbagai jenis tumbuhan, hewan, bakteri dan virus. Hal ini bertujuan untuk menemukan makromolekul kompleks atau komposisi kimia polimer yang terkandung di dalam struktur yang lebih kecil (monomer) yang disebut dengan deoxyribotida atau deoxyribo-nucleotida. Setiap deoxyribonucleotida terdiri dari tiga gugus molekul:

1) molekul asam fosfat (secara biologi disebut fosfat); 2) gula pentosa atau disebut 2-deoksiribosa; dan 3) basa nukleotida "pirimidin dan purin". Empat jenis utama dari basa nitrogen ini telah ditemukan empat macam deoksiribonukleotida DNA: dua adalah heterosiklik dan dua cincin purin: adenin (A) dan guanin (G); dan satu cincin pirimidin: sitosin (C) dan timin (T).



Gambar 1. 2 Struktur Membrane Nucleus Berupa Dua Lapisan Fosfolipid dan Dilengkapi dengan Pori-Pori sebagai Jalur Transportasi Molekul

Pada awal mula para pakar kimia berhipotesis bahwa DNA memiliki komposisi yang unik, yakni setiap unit DNA selalu terdiri dari empat basa nukleotida. Oleh karena itu, mereka memprediksikan DNA pada setiap spesies yang ada terdiri dari 25% setiap jenis basa nukleotida. Masing-masing nukleotida yang tersusun atas basa nitrogen dan deoxyribose disebut dengan deoxyribonucleosida. Keempat jenis dari deoxyribonucleosida dan deoxyribonucleotida bisa ditunjukkan pada tabel 1.1 di bawah ini.

Keempat deoxyribonucleotida selain terdapat di dalam molekul DNA, ditemukan juga di dalam nukleoplasma dan sitoplasma, tetapi ditemukan dalam bentuk tripofosfat seperti halnya deoxyadenosin tripofosfat (dATP), deoxyguanosin triphosphate (dGTP), deoxycytidin triphosphate (dCTP) and thymidine triphosphate (TTP). Secara signifikan deoxyribonucleotida ditemukan meningkat dalam bentuk tripofosfat yakni ketika terjadi replikasi DNA di dalam nukleus, enzim DNA polimerase bisa bereaksi hanya ketika deoxyribonucleotida dalam bentuk tripofosfat. (K, 2010)

Tabel 1. 1 Molekul DNA Berupa Empat Basa Nitrogen, Nucleosida dan Nucleotida

Basa nitrogen	Basa + deoxiribosa = deoxyribonucleosida	Deoxyribonucleosida + asam pospat = deoxyribonucleotida	Singkatan nukleotida
Adenin (A)	Deoxyadenosin	Asam deoxyadenylic (Deoxyadenosin monophosphate)	dAMP
Guanin (G)	Deoxyguanosin	Asam deoxyguanylic (Deoxyduanosin monophosphate)	dGMP
Citosin (C)	Deoxycytidin	Asam deoxycytidylic (Deoxycytidin monophosphate)	dCMP
Tymin (T)	Tymidin	Asam tymidilic (Tymidin monophosphate)	TM

Watson dan Crick mengetahui bahwa DNA merupakan molekul nukleotida polimer, tetapi mereka tidak mengetahui bagaimana susunan molekul nukleotida di dalam DNA. Namun, mereka menyimpulkan bahwa DNA adalah heliks ganda (double-helix) dengan penyangga utama berupa gula-fosfat di bagian luar dan sepasang basa di bagian dalam. Susunan ini sesuai dengan pengukuran secara matematika melalui data foto difraksi X-ray milik Franklin dengan jarak antara pasangan basa (0,34 nm) dan untuk satu putaran penuh dari double-helix (3,4 nm). (Sazali, 2017)

Model yang diajukan oleh Watson dan Crick berupa dua untai DNA dari double-helix bersifat antiparalel, hal ini berarti bahwa kelompok gula-fosfat dari setiap untaian DNA yang berorientasi pada arah yang berlawanan. Oleh karena itu, ujung 5" dari satu untai dipasangkan dengan ujung 3" untai lainnya, dan sebaliknya. Model ini juga mendukung aturan yang diajukan Chargaff, yang mengatakan bahwa A=T dan G=C (A ikatan-hidrogen T, dan G ikatan-hidrogen C), hal ini disebut dengan pasangan basa komplementer yakni purin yang selalu berikatan dengan pirimidin. Susunan antiparalel dari dua untaian DNA memastikan bahwa basa nitrogen (purin dan pirimidin) saling berikatan sehingga mereka dapat berinteraksi, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.3.

Informasi yang tersimpan dalam DNA harus selalu dibaca dalam urutan yang benar. Masing-masing nukleotida memiliki gugus fosfat yang berada pada posisi 5' pada gula (gula-fosfat). Nukleotida bergabung bersama-sama dengan terhubung pada 5" fosfat dari satu nukleotida ke hidrosil bebas (ikatan gugus -OH) yang terletak di posisi 3' pada gula nukleotida sebelumnya.

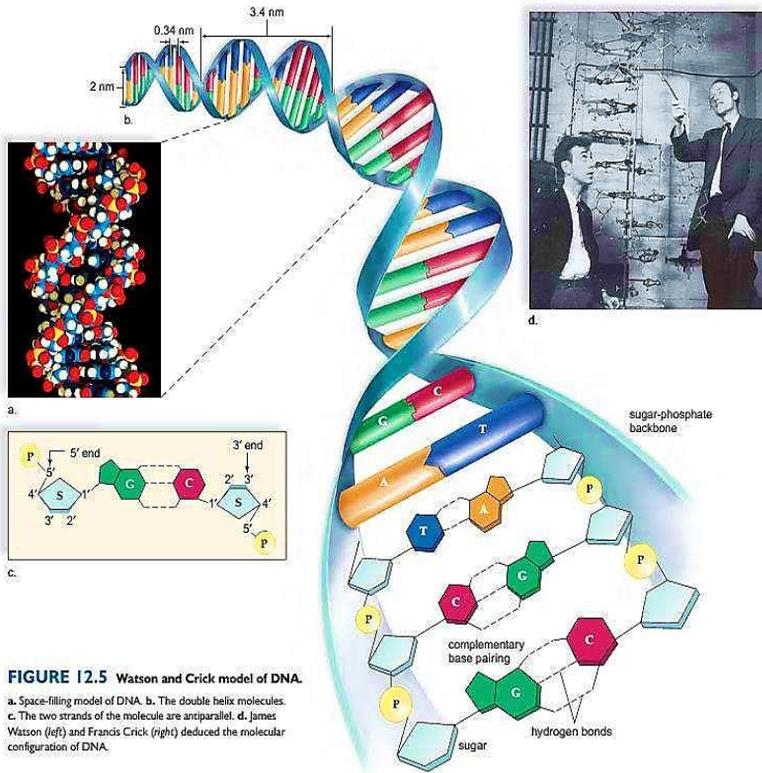


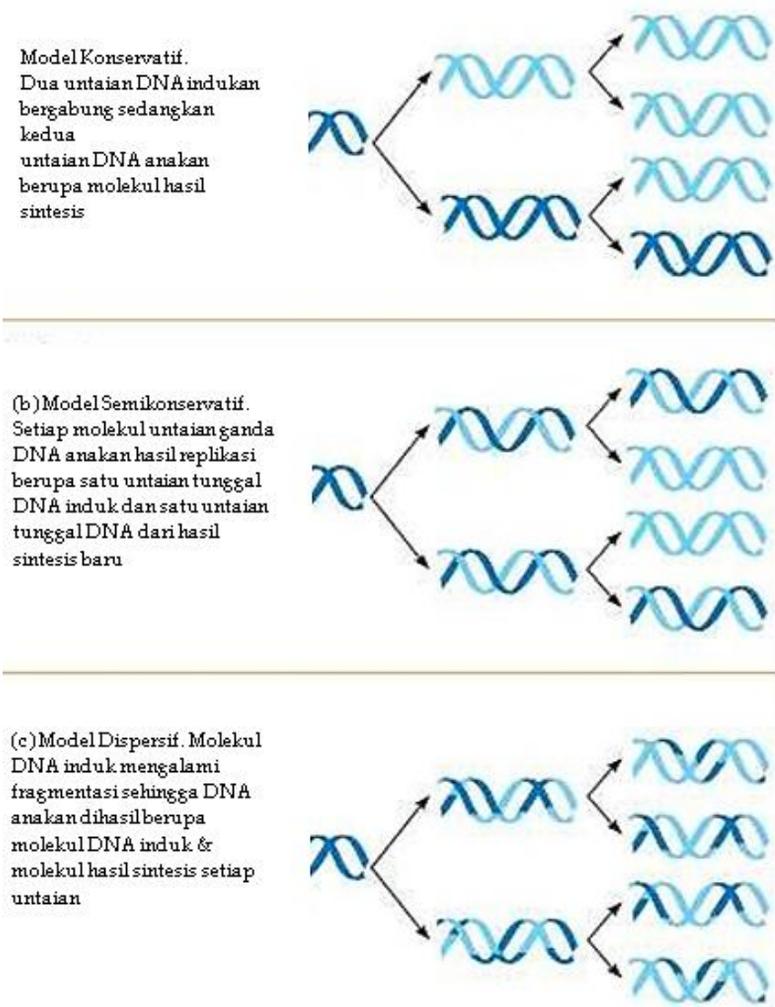
FIGURE 12.5 Watson and Crick model of DNA. a. Space-filling model of DNA. b. The double helix molecules. c. The two strands of the molecule are antiparallel. d. James Watson (left) and Francis Crick (right) deduced the molecular configuration of DNA.

Gambar 1. 3 Model Struktur DNA Watson dan Crick a. molekul DNA; b. molekul double-helix; c. dua molekul antiparallel; d. Watson dan Crick

Replikasi DNA

Istilah replikasi DNA ditujukan kepada proses penggandaan atau pengkopian molekul DNA untuk menghasilkan salinan DNA baru yang sesuai dengan DNA sebelumnya. Biasanya salinan berupa DNA anakan dalam bentuk untai ganda baru (*daughter DNA double helix*) mendapatkan salinan informasi yang tepat dari DNA untai ganda induk (*parental DNA double helix*). Setelah Watson dan Crick mengembangkan model DNA *double-helix*, mereka mengeluarkan statement “*It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material*”. Berdasarkan statement

tersebut Watson dan Crick menyatakan bahwa dengan model DNA yang mereka ajukan akan terdapat kemungkinan terjadinya mekanisme penggandaan material genetik pada DNA, seperti pada Gambar 1.4.



Gambar 1. 4 Tiga Hipotesis Model Replikasi DNA

STRUKTUR BOKIMIA RNA

Beberapa virus tumbuhan seperti: TMV, *Tulip yellow mosaic viruses*, *wound tumor viruses* dan masih banyak yang lainnya, begitu juga virus hewan seperti virus influenza, foot and mouth viruses, rous sarcoma viruses, poliomyelitis virus, retrovirus, dan lain sebagainya serta beberapa jenis bacteriophage tersusun atas material genetik berupa ribonucleic acid (RNA). Seperti halnya pada DNA, RNA juga merupakan asam nucleat polimerik berupa empat monomer ribonucleutida. (Jane B. Reece, 2011)

1. Komponen Penyusun RNA

Setiap ribonukleutida tersusun atas satu gula pentosa (D- ribose), satu molekul fosfat dan basa nukleutida. Basa nitrogen dari RNA berupa dua purin (adenine dan guanin) dan dua pirimidin (sitosin dan urasil). Empat basa berupa ribonukleusida dan ribonukleutida dari RNA ditabulasikan dalam tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Empat Komponen Molekul RNA

Basa	Ribonukleusida	Ribonukleutida	Singkatan
Adenin (A)	Adenosin	Asam denylic (Adenosin monophosphat)	AMP
Guanin (G)	Guanosin	Asam guanylic (Guanosin monophosphat)	GMP
Cytosin (C)	Cytidin	Asam cytidylic (Cytidin monophosphat)	CMP
Urasil (U)	Uridin	Asam uridylic (Uridin monophosphat)	UMP

Empat ribonukleutida penyusun RNA ini ditemukan secara bebas di dalam sitoplasma, akan tetapi bila ditemukan dalam bentuk tripospat pada ribonukleusida seperti adenosin triphosphate (ATP) dan uridin triphosphate (UTP).

2. Struktur Molekul RNA

Molekul RNA ditemukan dalam berbagai sel atau virus dalam bentuk untaian tunggal (*single strand*) atau untaian ganda (*double strand*) namun tidak dalam bentuk helix seperti halnya molekul DNA. Molekul RNA dalam untaian tunggal sebagai materi genetik pada virus tumbuhan (TMV, TYM), virus hewan (virus influenza, foot and mouth

viruses, rous sarcoma viruses, poliomyelitis viruses) dan bacteriophage (MS2). Molekul RNA berupa non-genetik kecuali tRNA pada sel prokaryotik dan eukaryotik juga ditemukan dalam bentuk molekul RNA untaian tunggal. Untaian ganda dari molekul RNA berperan sebagai material genetik ditemukan pada virus tumbuhan seperti reoviruses. Transfer atau soluble RNA (tRNA atau sRNA) berperan sebagai RNA non-genetik pada sel prokaryotik dan eukaryotik berupa untaian ganda namun strukturnya non-helical.

Setiap untaian RNA merupakan polinukleotida, yakni terdiri dari banyak ribonukleotida. pada untaian polinukleotida RNA, ribose dan asam pospat pada nukleotida dihubungkan oleh ikatan pospodiester. Organisme yang hanya memiliki RNA maka RNA tersebut berperan sebagai material genetik, sedangkan organisme yang memiliki DNA bersama dengan RNA, organisme tersebut menggunakan RNA sebagai pembawa pesan yang terdapat di dalam DNA dan sehingga pada dasarnya RNA tersebut tidak berperan sebagai pembawa genetik, maka disebut dengan RNA non-genetik. RNA non-genetik ditemukan beragam di dalam sel dan termasuk tiga jenis RNA secara umum: *ribosomal RNA* (rRNA), *transfer RNA* (tRNA) dan *messenger RNA* (mRNA). Masing-masing jenis RNA non-genetik berdiri sendiri dari DNA saat terjadi proses replikasi, oleh karena itu RNA ini tidak melakukan self-replikasi seperti DNA. (C., 1953)

Tabel 1. 3 Perbedaan Struktur dan Komponen Penyusun DNA Dan RNA

Struktur dan Penyusun	DNA	RNA
Gula	Deoksiribosa	Ribosa
Basa	Adenin, Guanin, Timin dan Cytosin	Adenin, Guanin, Urasil dan Cytosin
Untaian	Untaian ganda dengan pasangan basa	Untaian tunggal
Helix	Ya	Tidak

Secara kimia komponen penyusun RNA sangat erat kaitannya dengan komponen DNA, akan tetapi model struktur terlihat berbeda pada kedua material genetik tersebut (DNA berupa untaian ganda sedangkan RNA berupa untaian tunggal basa nukleotida).

Komposisi dan Struktur Kimia RNA

Ribonucleic Acid (RNA) merupakan komponen polimer berupa untaian tunggal (*single strand*) yang tidak membentuk helix (berpilin). Komponen kimiawinya berupa unit-unit ribonukleotida dan tersusun juga atas asam fosfat, gula ribosa dan basa nitrogen berupa purin (**adenin** dan guanin) dan pirimidin (citosin dan urasil). Berat molekul berbagai molekul RNA berkisar 25.000 atau lebih dari satu juta di dalam sel. komposisi dasarnya tidak mengikuti komposisi pada DNA, walaupun secara umum proporsi basa nukleotidanya terdiri dari $A+C = G+U$.

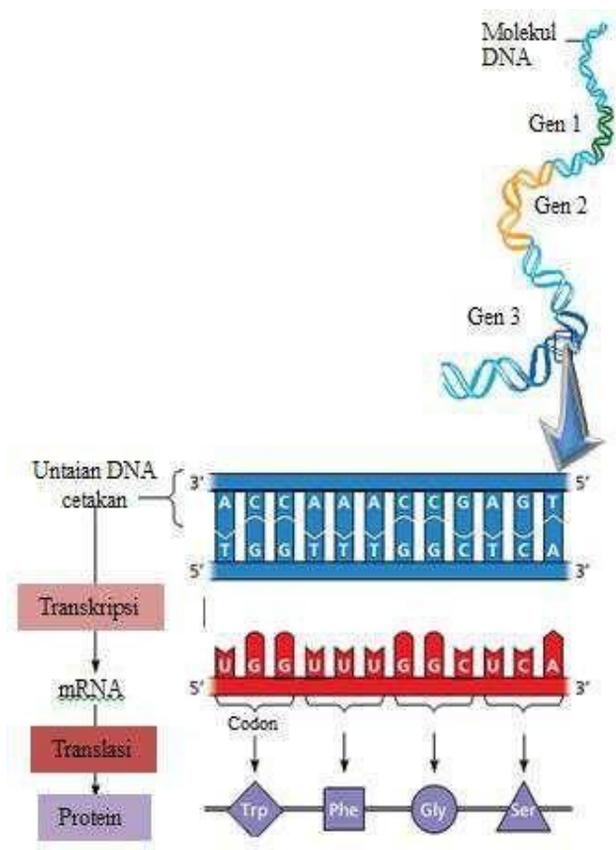
Selanjutnya ada beberapa molekul RNA tersusun dengan proporsi yang berbeda secara signifikan pada umumnya dari beberapa basa metil etil dan nukleosida tidak pada biasanya yang dikenal sebagai pseudouridine (ψU), hal ini diakibatkan oleh ikatan glikosidik terasosiasi dengan posisi 5'' dari urasil daripada posisi 3''.

Seperti yang disebutkan di atas, RNA memiliki struktur yang berbeda dengan DNA. Berdasarkan komposisi penyusun RNA tidak memiliki dua untaian phosphodiester yang membentuk helix seperti pada DNA sehingga RNA hanya berupa untaian tunggal yang membawa pesan-pesan genetik spesifik untuk diekspresikan menjadi jenis protein tertentu. Alur dari proses pembentukan protein yang berasal dari DNA dikenal dengan istilah sentral dogma biologi molekular. (Lodish H, 2000)

Biologi molekular merupakan ranah bahasan yang difokuskan pada proses metabolit dan pewarisan material genetik dari satu sel induk ke sel anakan. Sentral dogma biologi molekular menjadi landasan pemahaman dalam pembentukan protein spesifik berupa pesan yang dibawa dari

DNA oleh mRNA, proses ini berlangsung dalam tahapan 1) persiapan DNA cetakan; 2) transkripsi; 3) translasi; dan 4) terbentuk protein spesifik.

Sentral dogma dalam biologi molekular menjadi landasan pemahaman dalam pembentukan protein spesifik dari pesan yang dibawa oleh RNA. Bahasan ini akan menjadi poin penting dalam mengkaji proses terbentuknya pemahaman secara utuh untuk menggambarkan proses yang dilalui oleh material genetik yang membawa pesan untuk diwariskan dari satu sel ke sel berikutnya atau dari satu generasi ke generasi.



Gambar 1. 5 Sentral Dogma Biologi Molekular, Material Genetik dari DNA Berperan sebagai Cetakan untuk Menghasilkan mRNA yang Membawa Pesan Spesifik untuk Sintesis Protein

Semua sel menggunakan protein sebagai katalis

Molekul protein, seperti molekul DNA dan RNA, adalah rantai polimer panjang tidak bercabang, dibentuk dengan merangkai blok-blok penyusun monomer yang diambil dari repertoar standar yang sama untuk semua sel hidup. Seperti DNA dan RNA, protein membawa informasi dalam bentuk rangkaian simbol linier, sama seperti pesan manusia yang ditulis dalam aksara alfabet. Ada banyak molekul protein berbeda di setiap sel, dan—kecuali air—mereka membentuk sebagian besar massa sel. (Robert J. Brooker, 2011)

Monomer protein, yaitu **asam amino**, sangat berbeda dari DNA dan RNA, dan ada 20 jenis, bukan 4. Setiap asam amino terbentuk struktur inti yang sama yang melaluinya dapat dihubungkan dengan cara standar ke mana pun asam amino lain di set; melekat pada inti ini adalah kelompok sampingan yang memberi masing-masing asam amino karakter kimia yang khas. Masing-masing molekul protein merupakan **polipeptida**, dibuat dengan menggabungkan asam aminonya dalam urutan tertentu. Melalui miliaran tahun evolusi, urutan ini telah dipilih untuk menghasilkan protein dengan fungsi yang berguna. Jadi, dengan cara melipat menjadi bentuk tiga dimensi yang presisi dengan reaktif situs di permukaannya, polimer asam amino ini dapat berikatan dengan spesifisitas tinggi terhadap molekul lain dan dapat bertindak sebagai **enzim** untuk mengkatalisis reaksi yang membuat atau memutus ikatan kovalen. Dengan cara ini mereka mengarahkan sebagian besar proses kimia di dalam sel.

Protein juga memiliki banyak fungsi lain—mempertahankan struktur, menghasilkan gerakan, penginderaan sinyal, dan sebagainya—setiap molekul protein melakukan fungsi tertentu berfungsi sesuai dengan urutan asam amino yang ditentukan secara genetis. Protein, di atas segalanya, adalah molekul utama yang menyimpan informasi genetik sel tindakan. Jadi, polinukleotida menentukan urutan asam amino protein. Protein, pada gilirannya, mengkatalisis banyak reaksi kimia, termasuk reaksi yang menghasilkan molekul DNA baru yang tersintesis. Dari sudut pandang yang paling mendasar, sel

hidup adalah kumpulan katalis yang mereplikasi diri sendiri yang menyerap makanan dan memproses makanan tersebut untuk mendapatkan bahan penyusun dan energi yang dibutuhkan untuk membuat lebih banyak katalis, dan membuang sisa bahan sebagai sampah. Putaran umpan balik itu menghubungkan protein dan polinukleotida yang membentuk dasar perilaku organisme hidup yang autokatalitik dan bereproduksi sendiri.

Semua sel menerjemahkan RnA menjadi Protein dengan cara yang sama.

Bagaimana informasi dalam DNA menentukan produksi protein merupakan misteri pada tahun 1950an ketika struktur untai ganda DNA pertama kali terungkap sebagai dasar keturunan. Namun pada tahun-tahun berikutnya, para ilmuwan telah menemukan mekanisme elegan yang terlibat. Terjemahan informasi genetik dari pengubahan alfabet polinukleotida 4 huruf menjadi alfabet protein 20 huruf adalah proses yang kompleks. Aturan terjemahan ini dalam beberapa hal tampak rapi dan rasional namun dalam hal lain anehnya sewenang-wenang, mengingat bahwa mereka (dengan sedikit pengecualian) identik pada semua makhluk hidup. Ciri-ciri yang berubah-ubah ini, diperkirakan, mencerminkan kejadian-kejadian yang membeku dalam sejarah awal kehidupan. Mereka berasal dari sifat-sifat kebetulan dari organisme paling awal yang telah diwariskan disebabkan oleh faktor keturunan dan telah tertanam begitu dalam dalam susunan semua sel hidup sehingga tidak dapat diubah tanpa dampak yang membahayakan. (Alberts B, 2008)

Ternyata informasi tersebut ada pada urutan molekul RNA pembawa pesan dibacakan dalam kelompok yang terdiri dari tiga nukleotida sekaligus: setiap triplet nukleotida, atau *kodon*, menentukan (mengkode) satu asam amino dalam protein yang sesuai. Sejak banyaknya kembar tiga berbeda yang dapat terbentuk dari empat nukleotida adalah 4^3 , ada 64 kemungkinan kodon, semuanya terjadi di alam. Namun, hanya ada 20 asam amino alami. Artinya, pasti ada banyak kasus di mana beberapa

kodon berhubungan dengan asam amino yang sama. *kode genetik* ini dibaca oleh sekelompok khusus molekul RNA kecil, yaitu *transfer RNA (tRNA)*. Setiap jenis tRNA terikat pada salah satu ujungnya pada asam amino tertentu, dan menampilkan di ujung lainnya urutan spesifik tiga nukleotida – *anantikodon* – yang memungkinkannya mengenali, melalui pasangan basa, kodon atau subset tertentu kodon dalam mRNA. Sifat kimia rumit yang memungkinkan tRNA ini menerjemahkan urutan spesifik nukleotida A, C, G, dan U dalam molekul mRNA menjadi urutan asam amino tertentu dalam molekul protein terjadi pada *ribosom*, suatu mesin multimolekul besar yang terdiri dari protein dan *RNA ribosom*.

Setiap Protein dikodekan oleh gen tertentu

Molekul DNA biasanya berukuran sangat besar, berisi ribuan spesifikasi protein. Urutan khusus dalam DNA berfungsi sebagai tanda baca, yang menentukan di mana informasi untuk setiap protein dimulai dan diakhiri. Dan segmen individu dari rangkaian DNA panjang ditranskripsi menjadi molekul mRNA terpisah, mengkode protein yang berbeda. Setiap segmen DNA mewakili satu **gen**.

Komplikasinya adalah molekul RNA yang ditranskripsi dari segmen DNA yang sama sering kali dapat mengalami hal ini. Diolah dengan lebih dari satu cara, sehingga memunculkan sekumpulan versi alternatif dari suatu protein, terutama pada sel yang lebih kompleks seperti pada tumbuhan dan hewan. Selain itu, beberapa segmen DNA – jumlah yang lebih kecil – ditranskripsi menjadi molekul RNA yang tidak diterjemahkan tetapi memiliki fungsi katalitik, regulasi, atau struktural; segmen DNA seperti itu juga dihitung sebagai gen. Oleh karena itu, gen didefinisikan sebagai segmen urutan DNA sesuai dengan satu protein atau serangkaian varian protein alternatif atau dengan satu molekul RNA katalitik, pengatur, atau struktural.

Di semua sel, *ekspresi* masing-masing gen diatur: alih-alih memproduksi seluruh rangkaian protein yang mungkin ada dengan kecepatan penuh sepanjang waktu, sel menyesuaikan laju transkripsi dan translasi gen-gen yang berbeda secara

mandiri, sesuai kebutuhan. Peregangannya dari *DNA pengatur* diselingi di antara segmen yang mengkode protein, dan daerah nonkode ini berikatan dengan molekul protein khusus yang mengontrol laju transkripsi lokal. Kuantitas dan organisasi DNA pengatur sangat bervariasi dari satu kelas organisme ke kelas organisme lainnya, namun strategi dasarnya bersifat universal. Dengan cara ini, **genom sel**—yakni totalitas informasi genetik yang terkandung dalam rangkaian DNA lengkap—tidak hanya menentukan sifat protein sel, namun juga kapan dan di mana protein tersebut akan dibuat. (Alberts B, 2008)

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal V.K dan Verma P.S, 2015. *Cell Biology, Genetics, Molecular Biology, Evolution and Ecology*. S. Chand & Company LTD.
- Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, dan Walter P, 2008. *Molekular Biology of The Cell 6th Edition*. New York: Library of Congress Cataloging-Publication Data.
- Bambang I. 2008. *Genetika Molekular*. Surabaya: Airlangga University Press
- Cristina M. Cardoso, Anje Sporbert dan Heinrich Leonhardt. (1999) *Structure and Function in the Nucleus: Subnuclear Trafficking of DNA Replication Factors*. Journal of Cellular Biochemistry Supplements. 32:15-23.
- Gerald K, 2010. *Cell and Molecular Biology Concepts and Experiments*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Jane B. Reece, Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky dan Robert B. Jackson, 2011. *Campbell Biology 9th Edition*. New York: Library of Congress Cataloging- Publication Data.
- Lodish H, Berk A, Matsudaira P, Kaiser Krieg, Scott, Zipursky SL dan Darnell J, 2000. *Molecular Cell Biology 6th Edition*. New York: Scientific American Books, Inc.
- Robert J. Brooker, Eric P. Widmaier, Linda E. Graham dan Peter D. Stiling, 2011. *Biology Second Edition*. New York: Library of Congress Cataloging-Publication Data.
- Sazali, Munawir, 2017. Biologi Sel dan Molekular. LP2M UIN Mataram
- Watson J. D. & Crick F. H. C. (1953) *Molecular Structure of Nucleic Acids, A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid*. Nature.

TENTANG PENULIS



dr. Marlina Nurprilinda, Sp.P.A, M.H. kelahiran Jakarta. Dosen Tetap dan Dokter Spesialis Patologi Anatomik ini tercatat sebagai lulusan Profesi Dokter alumni FK UKI (Universitas Kristen Indonesia) dan Dokter Spesialis alumni FK Universitas Diponegoro. Putri dari pasangan Ir. D. M. Lumban Gaol

(Ayah) dan Margaretha Dartini Ibrahim (Ibu). Dok Li, demikian sapaan di antara rekan kerja dan teman sejawatnya, istri dari Rudianto Pakpahan, ibu dari Christopher, Christie, Christian. Berpengalaman mengisi acara edukasi kesehatan di sebuah radio dan salah satu nakes yang mendapatkan penghargaan atas partisipasi aktif menunjang program pemerintah dalam percepatan vaksinasi Covid-19 pada masa pandemi.



dr. Al Ichsan, Sp.PA., kelahiran Balikpapan, Maret 1985. Lulus studi di FK Universitas YARSI tahun 2011 dan lulus studi dokter spesialis Patologi Anatomik di FK Universitas Diponegoro tahun 2018. Sejak tahun 2019, putra dari pasangan Bpk. Abdul Wahid dan Ibu Sohorban ini aktif sebagai dosen di Fakultas

Kedokteran Universitas YARSI, Jakarta Pusat. Selain sebagai dosen, penulis yang merupakan suami dari Fitri Widianty dan ayah dari F. Bima Bhalfansyah ini juga tercatat bekerja sebagai dokter spesialis Patologi Anatomik di salah satu Rumah Sakit di Jakarta Utara. Sampai saat ini, penulis berpengalaman memberikan edukasi kesehatan kepada masyarakat umum, memberikan bantuan sosial, menulis beberapa publikasi ilmiah, dan sebagai salah satu tenaga kesehatan yang ikut andil serta

berpartisipasi aktif menunjang program pemerintah dalam masa pandemi covid 19.



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



Ns. Erlin Ifadah, M.Kep.Sp.Kep.M.B penulis dan dosen tetap prodi ilmu keperawatan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Respati Indonesia Jakarta. Pendidikan Sekolah Perawat Kesehatan Di RSPAD Gatot Soebroto Jakarta, Program Diploma (D3) Keperawatan Di Poltekkes Jakarta III, Sarjana Keperawatan (S1) dan profesi ners di Universitas Muhammadiyah jakarta dan menyelesaikan Magister keperawatan (S2) DAN Magister spesialis keperawatan di Universitas Indonesia. Penulis mempunyai pengalaman kerja sebagai perawat di RS. Setia Mitra , RS Pondok Indah, Klinik Cipete, Jakarta.



Wahyu Ilahi, S.Kep., Ns., M.Kep lahir di Pangkep, pada 24 September 1994. Tercatat sebagai lulusan Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI). Dan saat ini sedang melanjutkan studi Spesialis Keperawatan Anak di Universitas Indonesia. Pria yang kerap disapa Wahyu ini adalah anak dari pasangan H. Lahae (ayah) dan Hj Marwah sang (ibu). **Wahyu** bekerja di puskesmas Kota Pangkajene sejak

2014 sampai saat ini pada poli MTBS serta sebagai dosen keperawatan anak di Universitas Karya Persada Muna (UKPM).



Dr. dr. Asriati, M.Kes lahir di Ujung Pandang, pada 1 Mei 1970. Ia tercatat sebagai lulusan Ilmu kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar. Wanita yang merupakan ibu dari 3 orang putri, khumaira, khadija dan khalisa ini merupakan seorang dosen Tetap di Fak Kedokteran UHO dan saat ini juga merupakan tenaga

pengajar di prodi Gizi Fak Kesehatan Masyarakat dan prog S2 kesehatan Masyarakat UHO.



dr. Raudatul Janah, Sp.PA lahir di Banyumas, pada 24 Oktober 1986. Ia tercatat sebagai lulusan Patologi Anatomi FK UNDIP tahun 2017. Wanita yang kerap disapa Uul ini adalah anak pertama dari pasangan DRS. H. Mustofa, Mpd (ayah) dan Sri Marwati (ibu). **Raudatul Janah** kesehariannya sebagai PNS di PMN RS Mata Cicendo dan Dosen di Stikes Dharma Husada Bandung. Uul

berhasil memperoleh beasiswa kementerian sewaktu menempuh pendidikan spesialis. Sudah banyak buku dan publikasi yang diterbitkan serta sekarang sedang menempuh pendidikan S3 di Purwokerto.



Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.KoM Seorang Penulis dan Dosen Prodi S1 Keperawatan dan Ners Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Respati Indonesia Jakarta. Lahir di Jakarta, 18 September 1981. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan bapak Woeljo dan Ibu Sopiayah. ia menamatkan pendidikan program

Sarjana (S1) di Universitas Muhammadiyah Jakarta prodi D3, S1 Keperawatan dan Ners, menyelesaikan program Pasca Sarjana (S2) dan Spesialis Komunitas di Universitas Indonesia prodi keperawatan.



Deniyati S.Farm., M.Si, lahir di Palama Donggo, pada 10 Desember 1992. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Hasanuddin. Wanita yang kerap disapa Yati ini adalah anak dari pasangan H. Ibrahim Bin Usman (ayah) dan Aminah Binti Abdullah (ibu). **Deniyati** bukanlah orang baru di dunia literasi. Ia aktif dalam menulis jurnal, menulis buku ajar dan *book chapter*. Ia juga

merupakan seorang Dosen Pengampu Mata Kuliah Farmakologi dan Biofarmasetika. Dalam waktu kurang dari 6 bulan pada tahun 2023, Yati berhasil menulis 12 *book chapter*.



apt. Zamharira Muslim, M.Farm lahir di Padang, Sumatera Barat pada 1 Desember 1988. Ia tercatat sebagai lulusan Magister Farmasi Klinis Universitas Andalas pada tahun 2013. Saat ini bertugas sebagai Dosen (ASN) di Prodi Diploma Tiga Poltekkes Kemenkes Bengkulu dari tahun 2014. Pria yang kerap disapa Zam ini mendalami ilmu Farmakologi Klinis. Beberapa publikasinya sudah terbit di jurnal terindeks Scopus dan

terakreditasi Sinta. Selain aktif mengajar, ia saat ini juga diamanahkan sebagai Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Bengkulu dari tahun 2020.