

# BAB 13

## STRUKTUR DAN FUNGSI GENOMIK

Johan Sukweenadhi, Ph.D.

### A. Pendahuluan

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

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

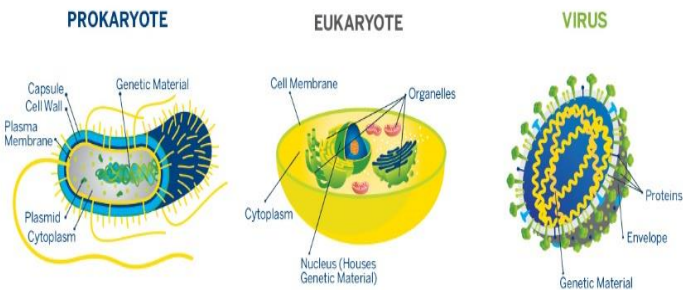
evolusi genom. Bagian perkembangan terkini dalam genomik akan membahas tentang teknologi terbaru dalam analisis genomik dan proyek-proyek genomik besar, seperti Proyek Genom Manusia dan Proyek Genom Tumbuhan.

Dengan memahami struktur dan fungsi genomik, kita dapat memahami lebih dalam tentang bagaimana informasi genetik diwariskan dan diatur dalam sel atau organisme. Hal ini memiliki implikasi yang penting dalam bidang medis, pertanian, dan lingkungan, karena memungkinkan kita untuk mengembangkan terapi dan teknologi yang lebih efektif dan efisien.

## B. Komposisi Genomik

### 1. Genom Sel Prokariotik

Genom sel prokariotik terdiri dari satu molekul DNA sirkular yang terletak di dalam sitoplasma sel. Genom ini biasanya lebih kecil dan lebih sederhana dibandingkan dengan genom sel eukariotik. Meskipun demikian, genom sel prokariotik memiliki sejumlah gen yang penting untuk fungsi sel dan kelangsungan hidup organisme. Beberapa prokariot juga mempunyai plasmid (Gambar 13. 1). Plasmid merupakan molekul DNA ekstrakromosomal yang memiliki ukuran bervariasi dari kurang dari 1 kb hingga lebih dari 200 kb. Plasmid umumnya beruntai ganda (Hülter *et al.*, 2017).



Gambar 13. 1 Perbandingan genom prokariot, eukariot dan virus (bioMérieux, 2020)

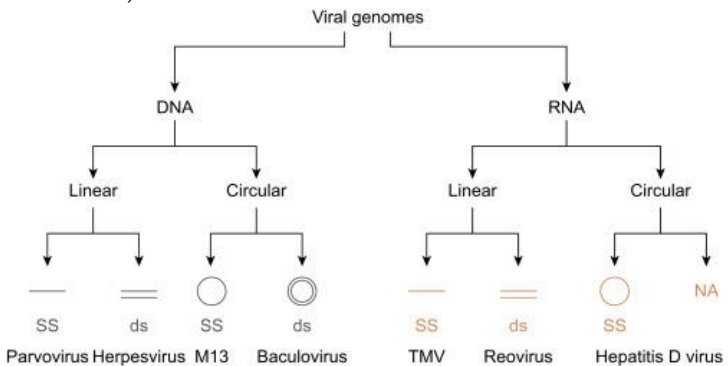
## 2. Genom Sel Eukariotik

Genom sel eukariotik terdiri dari beberapa kromosom linier yang terletak di dalam inti sel. Kromosom ini biasanya lebih besar dan lebih kompleks dibandingkan dengan genom sel prokariotik (Gambar 13. 1). Selain itu, genom sel eukariotik juga memiliki sejumlah organel seperti mitokondria dan kloroplas yang memiliki genom tersendiri. Mitokondria dan kloroplas adalah organel yang memiliki peran penting dalam metabolisme sel. Mitokondria berperan dalam produksi energi sel melalui respirasi seluler, sedangkan kloroplas berperan dalam fotosintesis pada sel tumbuhan dan beberapa jenis organisme lainnya. Karena memiliki genom tersendiri, mitokondria dan kloroplas dapat mereplikasi diri sendiri secara independen dari inti sel. Hal ini memungkinkan sel untuk memperbaiki kerusakan pada organel tersebut tanpa harus menunggu replikasi sel secara keseluruhan (Miyagishima *et al.*, 2003).

## 3. Genom Virus

Virus tidak memiliki sel dan membutuhkan sel inang untuk mereplikasi genomnya dan menghasilkan virus baru. Perbedaan genom virus dengan genom sel prokariotik adalah genom virus terdiri dari asam nukleat yang terbungkus dalam kapsid protein, sedangkan genom sel prokariotik terdiri dari satu molekul DNA sirkular yang terletak di dalam sitoplasma sel (Gambar 13. 1). Selain itu, genom virus dapat berupa DNA atau RNA, dan dapat berupa molekul tunggal atau ganda (Gambar 13. 2), sedangkan genom sel prokariotik hanya terdiri dari satu molekul DNA sirkular. Virus tidak memiliki sel dan membutuhkan sel inang untuk mereplikasi genomnya dan menghasilkan virus baru, sedangkan sel prokariotik dapat mereplikasi genomnya sendiri selama pembelahan sel. Perbedaan genom virus dengan genom sel eukariotik adalah genom virus terdiri dari asam nukleat yang terbungkus dalam kapsid protein, sedangkan genom sel eukariotik terdiri dari beberapa kromosom linier yang terletak di dalam inti sel. Selain itu, genom virus dapat

berupa DNA atau RNA, dan dapat berupa molekul tunggal atau ganda, sedangkan genom sel eukariotik terdiri dari beberapa kromosom linier yang terdiri dari DNA. Virus tidak memiliki sel dan membutuhkan sel inang untuk mereplikasi genomnya dan menghasilkan virus baru, sedangkan sel eukariotik dapat mereplikasi genomnya sendiri selama pembelahan sel. Sel eukariotik memiliki sejumlah organel seperti mitokondria dan kloroplas yang memiliki genom tersendiri, sedangkan virus tidak memiliki organel (Ahlquist *et al.*, 1990).



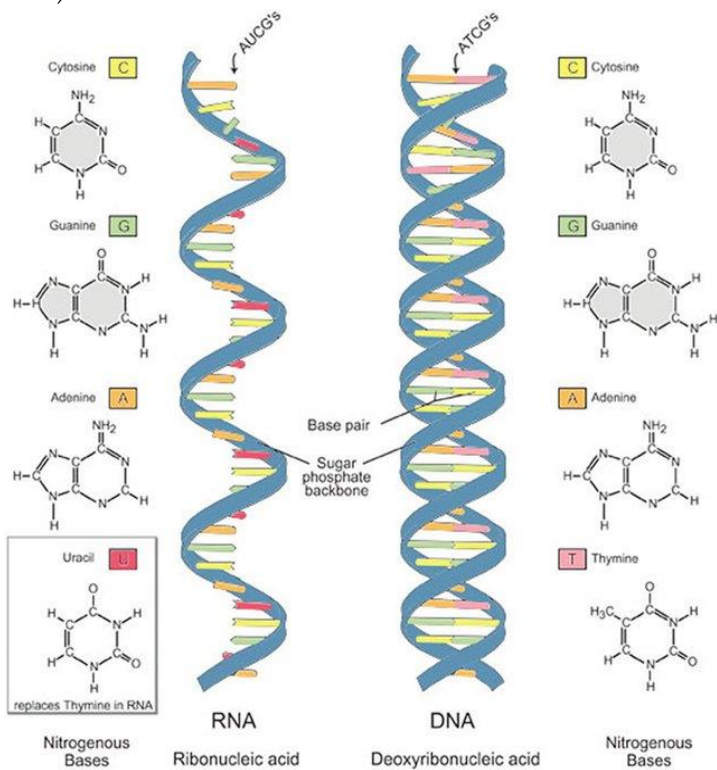
Gambar 13. 2 Tipe genom virus (O'Carroll and Rein, 2016)

### C. Struktur Genomik

#### 1. Sekuen DNA/ RNA

Sekuens DNA/RNA adalah urutan asam nukleat dalam genom suatu organisme. Sekuens ini menentukan informasi genetik yang diwariskan dari generasi ke generasi. Urutan spesifik dalam pasangan basa DNA yang membawa informasi genetik ini disebut gen. Melalui RNA, urutan pasangan basa menghasilkan asam amino dan selanjutnya protein, yang menentukan kerangka dan menjadi bagian dari sebagian besar proses kimiawi dalam tubuh makhluk hidup. DNA adalah materi genetik dari semua organisme hidup. Urutan DNA berisi informasi tentang struktur dan fungsi gen. DNA umumnya berbentuk untai ganda, yang terdiri atas adenosin, timin, guanin, dan sitosin (Gambar 13. 3). Para ilmuwan mengkaji DNA untuk mengidentifikasi dan

menggolongkan mutasi penyebab penyakit, memahami cara gen berinteraksi, dan menemukan gen baru (Cohen *et al.*, 2006).



Gambar 13. 3 Perbandingan struktur DNA dan RNA  
(Thies, 2015)

RNA adalah molekul yang mengangkut informasi genetik dalam sel dan membuat protein. Para ilmuwan menggunakan RNA dalam genomika untuk aplikasi seperti ekspresi gen, interferensi RNA, dan translasi. Protein adalah molekul yang terdiri dari asam amino, yang terlibat dalam banyak proses seluler. Protein berperan dalam urutan DNA, ekspresi gen, dan aktivitas seluler lainnya. Setiap organisme memiliki genom yang mengandung informasi biologis yang diperlukan untuk membangun tubuhnya dan mempertahankan hidupnya serta diwariskan ke generasi berikutnya. Kajian yang mempelajari genom dikenal sebagai

genomika (*genomics*/ ilmu genomik). Saat ini, sekuens (urutan) nukleotida pada genom sejumlah organisme telah dipetakan seluruhnya dengan teknik sekuensing DNA dalam berbagai proyek genom, misalnya. Umumnya, RNA berbentuk rantai tunggal, dengan adenin, urasil, guanin, dan sitosin sebagai penyusunnya (Gambar 13. 3).

## 2. Replikasi DNA dan Konservasi Genomik

Replikasi DNA adalah proses di mana genom suatu organisme direplikasi atau disalin selama pembelahan sel. Proses ini penting untuk memastikan bahwa setiap sel baru yang terbentuk memiliki salinan genom yang sama dengan sel asalnya. Proses replikasi DNA melibatkan enzim DNA polimerase yang bertanggung jawab untuk membentuk untai baru DNA atau polimerisasi DNA. Enzim ini menggunakan deoksiribonukleosida trifosfat sebagai substratnya dan kemudian menggabungkan atau mempolimerisasi substrat tersebut menjadi untai DNA baru. Selain itu, konservasi genomik adalah proses di mana genom suatu organisme dipertahankan atau dijaga agar tetap stabil dan tidak mengalami perubahan yang merugikan. Data genomika dikumpulkan untuk memahami proses informasi genetik mengatur cara organisme berkembang dan berfungsi. Proyek Genom Manusia, sebagai salah satu proyek genom terbesar, bisa membantu kita memahami penyakit seperti virus genotipe spesifik, identifikasi mutasi gen yang terkait dengan beragam kanker, desain obat-obatan dan mampu memprediksi efeknya secara lebih akurat, kemajuan dalam ilmu forensik, bioenergi dan aplikasi energi lainnya (Chen *et al.*, 2011).

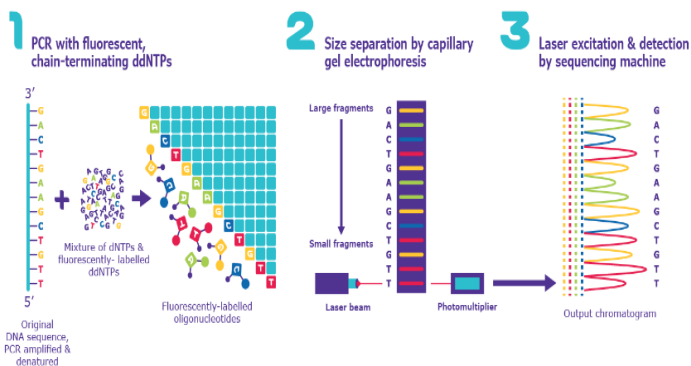
Konservasi genomik adalah proses di mana genom suatu organisme dipertahankan atau dijaga agar tetap stabil dan tidak mengalami perubahan yang merugikan. Konservasi genomik juga melibatkan proses evolusi, di mana genom suatu organisme mengalami perubahan seiring waktu untuk beradaptasi dengan lingkungan dan bertahan hidup. Namun, perubahan genomik yang merugikan dapat

menyebabkan penyakit genetik atau bahkan kematian. Para ilmuwan mengkaji data DNA untuk mengidentifikasi dan menggolongkan mutasi penyebab penyakit, memahami cara gen berinteraksi, dan menemukan gen baru. Selain itu, data genomika dikumpulkan untuk memahami proses informasi genetik mengatur cara organisme berkembang dan berfungsi (Kardos *et al.*, 2021). Salah satu contohnya adalah konservasi genomik oleh CIRCOS yang membandingkan genom manusia dengan spesies lainnya.

## D. Analisis Genomik

### 1. Metode Analisis Genomik

Analisis genomik adalah proses pengkajian dan pemahaman tentang struktur, fungsi, dan interaksi gen dalam genom suatu organisme. Metode analisis genomik meliputi sejumlah teknik dan alat yang digunakan untuk mempelajari genom, seperti sekuensing DNA, analisis ekspresi gen, dan analisis variasi genetik. Sekuensing DNA adalah salah satu metode analisis genomik yang paling penting, yang memungkinkan peneliti untuk membaca urutan asam nukleat dalam genom (Gambar 13. 4). Teknologi sekuensing DNA terus berkembang dan semakin cepat dan murah, sehingga memungkinkan analisis genomik yang lebih luas dan lebih terperinci (Mitterski *et al.*, 2000).



Gambar 13. 4 Teknologi sekuensing DNA (Sigma Aldrich, 2020)

Data genomika mencakup informasi seperti urutan molekul dalam gen organisme, fungsi setiap gen, elemen pengatur yang mengontrol ekspresi gen, dan interaksi antara gen dan protein yang berbeda. Analisis data genomika melibatkan penggunaan berbagai teknologi untuk mengidentifikasi pola dan tren. Sekuensing DNA juga dapat digunakan dalam pemuliaan tanaman untuk mempercepat karakterisasi sifat-sifat yang diinginkan pada tanaman (Kirst and Yu, 2007).

## 2. Aplikasi ilmu genomik

Aplikasi ilmu genomik sangat luas dan beragam. Beberapa aplikasi ilmu genomik yang penting meliputi pemahaman tentang penyakit genetik, pengembangan terapi gen, dan pengembangan tanaman dan hewan yang lebih efisien dan tahan terhadap penyakit. Pemahaman tentang genom juga penting dalam bidang forensik, di mana analisis DNA digunakan untuk mengidentifikasi pelaku kejahatan atau korban kecelakaan. Selain itu, ilmu genomik juga digunakan dalam bidang bioteknologi dan farmasi untuk pengembangan obat-obatan baru dan terapi gen (Grabowski and Rappsilber, 2019; Kirst and Yu, 2007).

Data genomika mencakup informasi seperti urutan molekul dalam gen organisme, fungsi setiap gen, elemen pengatur yang mengontrol ekspresi gen, dan interaksi antara gen dan protein yang berbeda. Analisis data genomika melibatkan penggunaan berbagai teknologi untuk mengidentifikasi pola dan tren. Selanjutnya, genomics adalah bidang yang mempelajari genome, untuk memahami bagaimana suatu organisme bekerja, dan apa akibat dari interaksi antar gen serta pengaruh lingkungan terhadapnya. Saat ini, genomics memiliki peran yang besar dalam berbagai bidang, mulai dari kesehatan, pertanian, lingkungan, industri maupun perkembangan ilmu pengetahuan (Kardos *et al.*, 2021; Mitterski *et al.*, 2000).

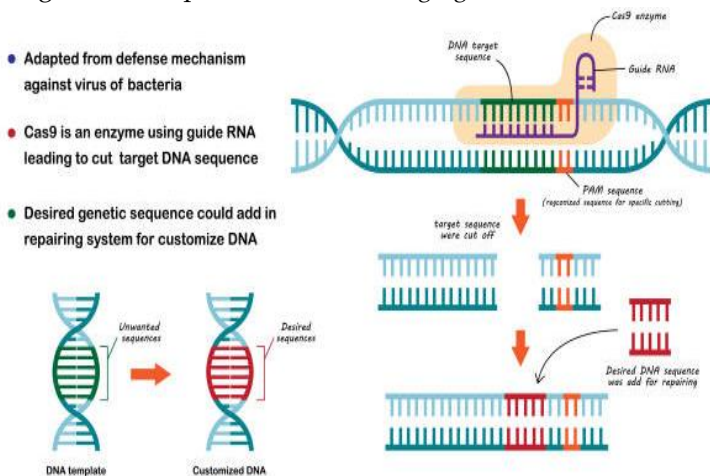


## E. Perkembangan Terkini Ilmu Genomik

*Next Generation Sequencing* (NGS) adalah teknologi terbaru dalam analisis genomik yang memungkinkan sekuensing genom secara paralel dalam jumlah besar, sehingga memungkinkan analisis genomik yang lebih cepat dan efisien. Teknologi NGS memungkinkan sekuensing genom secara paralel dalam jumlah besar, sehingga memungkinkan analisis genomik yang lebih cepat dan efisien. Teknologi NGS digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pertanian dan patologi anatomi. Teknologi NGS memungkinkan peta genom rujukan suatu spesies tanaman yang dapat mempercepat karakterisasi sumber daya genetik menggunakan teknik. Teknologi NGS juga digunakan dalam memetakan sekuens DNA suatu organisme, termasuk dalam penelitian dan pemuliaan tanaman. Teknologi NGS memiliki beberapa proses dasar dalam praktek, yaitu ekstraksi, persiapan DNA/cDNA, pengikatan adaptor ke fragmen DNA, amplifikasi, serta analisis data. Dengan teknologi NGS, analisis genomik dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efisien, sehingga memungkinkan pengembangan berbagai aplikasi di berbagai bidang, termasuk pertanian dan patologi anatomi (Sigma Aldrich, 2020).

Teknologi CRISPR-Cas9 adalah teknologi terbaru dalam analisis genomik yang memungkinkan manipulasi genom secara presisi dan efisien. Teknologi ini memungkinkan para ilmuwan memotong DNA secara lebih presisi, murah, dan memungkinkan dilakukan pada semua genom. Teknologi CRISPR-Cas9 digunakan dalam berbagai bidang. Dalam bidang pertanian, teknologi CRISPR-Cas9 digunakan untuk memperbaiki atau memodifikasi tanaman dengan lebih efisien dan presisi. Teknologi CRISPR-Cas9 juga berpotensi untuk mengatasi berbagai kondisi medis yang disebabkan oleh komponen genetik, termasuk kanker, hepatitis B, bahkan kolesterol tinggi. Teknologi CRISPR-Cas9 memungkinkan peneliti untuk mengubah atau menghapus sekuens DNA tertentu dalam genom dengan presisi yang tinggi. Dengan teknologi CRISPR-Cas9 (Gambar 13. 5), analisis genomik dapat

dilakukan dengan lebih presisi dan efisien, sehingga memungkinkan pengembangan berbagai aplikasi di berbagai bidang, termasuk pertanian dan *anti-aging medicine*.



Gambar 13. 5 Prinsip kerja CRISPR-Cas9 (iStock, 2020)

Proyek-proyek genomik besar seperti Proyek Genom Manusia dan Proyek Genom Tumbuhan terus berlanjut. Proyek Genom Manusia dilaksanakan untuk memetakan genom manusia sampai tingkat nukleotid atau base pair dan untuk mengidentifikasi seluruh gen yang ada di dalamnya. Proyek ini telah berhasil menyelesaikan sekuensing seluruh genom manusia pada tahun 2003 dan baru-baru ini berhasil mengurutkan seluruh genom manusia pada tahun 2022. Proyek Genom Manusia telah berhasil memetakan dan mengurutkan seluruh genom manusia, memberikan informasi yang lebih akurat tentang varian genom dalam 622 gen yang relevan secara medis. Informasi ini dapat digunakan untuk pengembangan terapi, seperti memahami penyakit, mengidentifikasi mutasi gen terkait dengan beragam kanker, desain obat-obatan, dan terapi gen. Terapi gen merupakan pengobatan yang bertujuan untuk memperbaiki atau mengganti gen yang rusak atau hilang. Meskipun terapi gen berkembang secara bertahap dalam penelitiannya, para dokter baru-baru ini telah berhasil

mengobati beberapa penyakit langka yang di dalamnya mutasi gen tunggal memiliki efek yang besar (Watson, 1990).

Proyek Genom Tumbuhan telah berhasil menyelesaikan sekuensing genom beberapa spesies tumbuhan penting seperti beras, jagung, dan kedelai. Proyek-proyek genomik besar ini memberikan informasi penting tentang struktur dan fungsi genom manusia dan tumbuhan, serta membuka peluang untuk pengembangan terapi dan peningkatan produksi tanaman yang lebih efisien dan tahan terhadap penyakit. Informasi yang diperoleh dari proyek-proyek genomik besar ini dapat digunakan untuk pengembangan terapi yang lebih efektif dan akurat pada manusia dan tumbuhan. Dalam hal tumbuhan, informasi ini dapat digunakan untuk mengembangkan tanaman yang lebih tahan terhadap penyakit dan lebih efisien dalam produksinya (Sasaki, 1998).

## DAFTAR PUSTAKA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



**EDITOR**

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

# PENGANTAR BIOMOLEKULER

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



# PENGANTAR BIOMOLEKULER

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

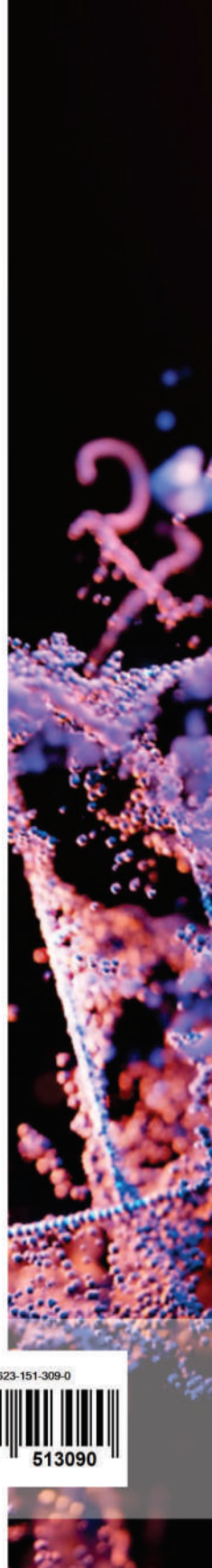
Buku yang berada ditangan pembaca ini disusun dalam 13 Bab yaitu:

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



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

ISBN 978-623-151-309-0



# PENGANTAR BIOMOLEKULER

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



**eureka**  
**media aksara**

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA



## PENGANTAR BIOMOLEKULER

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

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

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

**Desain Sampul** : Ardyan Arya Hayuwaskita

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

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

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JULI 2023**  
**ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH**  
**NO. 225/JTE/2021**

**Redaksi:**

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari  
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2023

**All right reserved**

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

## KATA PENGANTAR

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

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

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

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

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

Kendari, 28 Juni 2023

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

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

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

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

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

## DAFTAR TABEL

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



## DAFTAR GAMBAR

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

Gambar 3.3	Untai RNA yang mengandung empat nukleotida dengan masing-masing basa nitrogen: adenin (A), sitosin (C), guanin (G) dan urasil (U). Karbon ke-3 ribosa dari satu nukleotida dihubungkan dengan karbon ke-5 berikutnya melalui ikatan fosfodiester. ujung 5 di kiri dan ujung 3 di kanan.....	38
Gambar 3.4	Dogma sentral molekul biologi .....	43
Gambar 4.1	Spektrum serapan Adenin (A), Timin (T), Guanin (G), dan Sitosil (C).....	50
Gambar 4.2	Spektrum Serapan DNA .....	52
Gambar 4.3	Pengaruh kontaminan fenol pada serapan DNA.....	57
Gambar 6.1	<i>SEQ Gambar_7. \* ARABIC 1</i> Dua Puluh Struktur Asam Amino .....	72
Gambar 6.2	Ikatan Peptida dalam Struktur Protein. Pembentukan dipeptida alanin-valin .....	73
Gambar 6.3	Urutan rantai polipeptida dari suatu antibodi, dengan N- dan C-terminal masing-masing ditandai dengan warna biru dan hijau .....	80
Gambar 6.4	Struktur Alfa Heliks .....	82
Gambar 6.5	Perbedaan Antara Struktur Alfa Heliks dan Lembaran Beta .....	83
Gambar 6.6	Struktur Anti-Paralel dan Paralel Lembaran Beta dalam Protein.....	84
Gambar 6.7	Struktur Tersier dalam Protein.....	86
Gambar 6.8	Skema myoglobin dan hemoglobin .....	87
Gambar 7.1	(A) Tahapan umum sintesis protein; (B) Konformasi DNA utas ganda pada genom sel eukariotik .....	96
Gambar 7.2	Ilustrasi kode genetik yang terkandung dalam DNA.....	100
Gambar 7.3	Hubungan kode genetik triplet kodon dengan asam amino yang tertuang dalam proses ekspresi gen.....	102

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

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

## TENTANG PENULIS



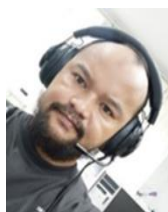
**Dr. Kartini, S.Si.T, M.Kes.** Penulis lahir di Surabaya. Penulis merupakan dosen tetap di Poltekkes Kemenkes Kendari. Penulis telah menyelesaikan pendidikan S2 di Universitas Gadjah Mada dan S3 di Universitas Hasanuddin.



**dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD.** Lahir di Jakarta, pada tanggal 27 November 1984. dr. Fika tercatat sebagai lulusan S1-Profesi Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2009 dan melanjutkan program Magister (M.Sc in Physiology) serta Doktorat (Ph.D in Physiology) di Department of Physiology, Wayne State University, United States of America (2012-2017). dr. Fika adalah anak ketiga dari Ibu Dra. Hj. Nielyar Wisma, dan Bapak H. Arfizar Indramaharaja, dan saat ini telah menjadi ibu dari 5 orang anak bersama dr. Rozi Abdullah (suami). dr. Fika merupakan staf pengajar di Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, Indonesia sejak tahun 2009.



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



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



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



**Dr. Fathma Syahbanu, S.TP.** Lahir di Tangerang, pada 8 September 1993 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Suryadi dan Ibu Dewi Sari. Pendidikan sarjana ditempuh di Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, lulus pada tahun 2015. Pada tahun yang sama, penulis diterima pada Program Studi Ilmu Pangan, Sekolah Pascasarjana IPB dengan Beasiswa Pendidikan Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU) dari Kementerian Riset dan Teknologi Pendidikan Tinggi. Saat ini, Penulis merupakan seorang dosen pada Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Singaperbangsa Karawang. Mata kuliah yang diajarkan oleh Penulis antara lain: Biokimia Gizi Dasar, Metabolisme Zat Gizi Mikro, Kimia, Teknologi Pangan dan Gizi, Analisis Zat Gizi, Dasar-Dasar Kulinari, Hygiene dan Sanitasi Makanan, serta Keamanan Pangan.



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



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





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



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



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



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



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





REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202366455, 12 Agustus 2023

## Pencipta

Nama : **Dr. Kartini,S.Si.T,M.Kes, dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD dkk**

Alamat : Jalan Beringin 3 Kendari Caddi Kec Kendari, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93126 ,  
Kendari, Kendari, Sulawesi Tenggara, 93126

Kewarganegaraan : Indonesia

## Pemegang Hak Cipta

Nama : **Dr. Kartini,S.Si.T,M.Kes, dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD dkk**

Alamat : Jalan Beringin 3 Kendari Caddi Kec Kendari, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93126 ,  
Kendari, Kendari, Sulawesi Tenggara, 93126

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **PENGANTAR BIOMOLEKULER**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 1 Juli 2023, di Kendari

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000499402

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Anggoro Dasananto  
NIP. 196412081991031002

## Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

**LAMPIRAN PENCIPTA**

No	Nama	Alamat
1	Dr. Kartini,S.Si.T,M.Kes	Jalan Beringin 3 Kendari Caddi Kec Kendari, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93126
2	dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD	Jl. Mangga No.5 Tengah Jua, Kel. Aur Kuning, Kec. Aur Birugo Tigo Baleh, Kota Bukittinggi, 26131, Sumatera Barat
3	apt. Khairuddin, S.Si., M.Si	BTP Jl. Kerukunan Timur 3, Kel. Buntusu, Kec. Tamalanrea, Makassar, 90245, Sulawesi Selatan
4	Atep Dian Supardan, S.Si., M.Si.	Jl Malabar Gang Mexindo No 6A Tegal Lega Bogor Tengah, Bogor 16151, Jawa Barat
5	dr. Kinik Darsono,,MMed. Ed	Pungkuk RT 01 RW 11, Kel. Jetis, Kec. Jaten, Kab. Karanganyar, 57771, Jawa Tengah
6	Dr. Fathma Syahbanu, S.TP	Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Karawang, 41361 Jawa Barat
7	Jekmal Malau, S.Si., M.Si	Griya Mas Lestari G.1/7, RT 047, RW 009, Kel. Kondang Jaya Kec. Karawang Timur, Karawang, Jawa Barat 41313
8	Megawati, S.Pd.,M.Si	Komp.PU.Mallengkeri.Jl Bolduzer No.26. Kel. Mangasa,cKecamatan:Tamalate, Makassar, Sulawesi Selatan 90221
9	Dr. Evy Yulianti, M.Sc	Jl. Beringin 3 No 63, TR6 RW2, Garan, Denokan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55282, DIY
10	Ahsanal Kasasiah, S. Si., M. Si.	Jl. Cimanuk Raya No.165, Kel. Adiarsa Barat, Kec. Karawang Barat, Karawang, 41311, Jawa Barat
11	Nisa Ihsani, S.Si., M.Si	Ciseureuh Timur RT 03 RW 07, Bandung 40255, Jawa Barat
12	Dr. R. Agus Wibowo S., S.Si., M.Sc	RT 2/RW 2 Pokoh Nglinggi Klaten Selatan Klaten Jawa Tengah, 57421
13	Johan Sukweenadhi, Ph.D.	Jl. Kalikepiting 117/A.10, Kel. Pacar Kembang, Kec. Tambak Sari, Surabaya 60132, Jawa Timur

**LAMPIRAN PEMEGANG**

No	Nama	Alamat
1	Dr. Kartini,S.Si.T,M.Kes	Jalan Beringin 3 Kendari Caddi Kec Kendari, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93126
2	dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD	Jl. Mangga No.5 Tengah Jua, Kel. Aur Kuning, Kec. Aur Birugo Tigo Baleh, Kota Bukittinggi, 26131, Sumatera Barat
3	apt. Khairuddin, S.Si., M.Si	BTP Jl. Kerukunan Timur 3, Kel. Buntusu, Kec. Tamalanrea, Makassar, 90245, Sulawesi Selatan
4	Atep Dian Supardan, S.Si., M.Si.	Jl Malabar Gang Mexindo No 6A Tegal Lega Bogor Tengah, Bogor 16151, Jawa Barat
5	dr. Kinik Darsono,,MMed. Ed	Pungkuk RT 01 RW 11, Kel. Jetis, Kec. Jaten, Kab. Karanganyar, 57771, Jawa Tengah
6	Dr. Fathma Syahbanu, S.TP	Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Karawang, 41361 Jawa Barat
7	Jekmal Malau, S.Si., M.Si	Griya Mas Lestari G.1/7, RT 047, RW 009, Kel. Kondang Jaya Kec. Karawang Timur, Karawang, Jawa Barat 41313
8	Megawati, S.Pd.,M.Si	Komp.PU.Mallengkeri.Jl Bolduzer No.26. Kel. Mangasa,cKecamatan:Tamalate, Makassar, Sulawesi Selatan 90221
9	Dr. Evy Yulianti, M.Sc	Jl. Beringin 3 No 63, TR6 RW2, Garan, Denokan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55282, DIY



10	Ahsanal Kasasiah, S. Si., M. Si.	Jl. Cimanuk Raya No.165, Kel. Adiarsa Barat, Kec. Karawang Barat, Karawang, 41311, Jawa Barat
11	Nisa Ihsani, S.Si., M.Si	Ciseureuh Timur RT 03 RW 07, Bandung 40255, Jawa Barat
12	Dr. R. Agus Wibowo S., S.Si., M.Sc	RT 2/RW 2 Pokoh Nglinggi Klaten Selatan Klaten Jawa Tengah, 57421
13	Johan Sukweenadhi, Ph.D.	Jl. Kalikepiting 117/A.10, Kel. Pacar Kembang, Kec. Tambak Sari, Surabaya 60132, Jawa Timur

