



PT Cahaya Rahmat Rahmani
Jl. Kemuning Baru Komplek Ar Rahman
CahayaRahmatRahmani@gmail.com



Zahratul Idama, M.Sc

GENETIKA



GENETIKA

ZAHRATUL IDAMI, M.Sc



GENETIKA

GENETIKA

Zahratul Idami, M.Sc



PT. Cahaya Rahmat Rahmani

GENETIKA

Penulis :

Zahratul Idami, M.Sc

ISBN : 978-623-88417-5-2

IKAPI : 064/SUT/2022

Editor:

Ulfayani Mayasari, M.Si.

Tata Letak:

Rizki Amelia Nasution, M.Si.

Desain Cover:

Afandi Septian Siahaan, SE

Redaksi :

Jl. Kemuning Baru, Blok B, No. 38

Percut Sei Tuan 20371

Tel +6282164198713

Email : cahayarahmatrahmani@gmail.com

Penerbit :

PT Cahaya Rahmat Rahmani

Jl. Kemuning Baru, Blok B, No. 38

Percut Sei Tuan 20371

Tel +6282164198713

Email : cahayarahmatrahmani@gmail.com

Web : <https://www.cahayarahmatrahmani.store>

Cetakan Pertama, April 2023

Hakcipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa ijin dari penerbit

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah. Puji syukur penulis panjatkan atas berkah dan rahmat Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan buku mata kuliah genetika ini. Genetika merupakan dasar ilmu hereditas dalam ruang lingkup Biologi yang menjadi salah satu materi dasar yang perlu dipelajari oleh mahasiswa Biologi.

Terimakasih penulis ucapkan kepada keluarga, pimpinan dan rekan-rekan di Program Studi Biologi FST UIN Sumatera Utara serta berbagai pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian buku ajar ini. Terkhusus buat keluarga kecil, suami dan kedua anak penulis yang telah mau bekerjasama dan selalu menyemangati dalam menyelesaikan penulisan buku ini. Terimakasih pula untuk pihak penerbit yang sudah membantu untuk menerbitkan buku ini.

Penulis menyadari buku ini masih banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata penulis mengharapkan semoga semoga buku ajar genetika ini dapat menjadi rujukan bagi masyarakat, terutama akademisi dalam mempelajari ilmu genetika.

Medan, April 2023

Zahratul Idami, M.Sc.

SINOPSIS

Buku ini membahas tentang teori-teori dasar yang dipelajari di bidang ilmu genetika. Pembahasan tersebut meliputi teori tentang hereditas dalam genetika, kaitan ilmu genetika dengan ayat Al Qur'an yang merupakan pedoman keilmuan dan pembelajaran, aplikasi genetika dalam berbagai bidang, hukum mendel dan pengembangan hukum mendel, genetika populasi dan evolusi, gen dan materi genetik, kromosom, mitosis dan meiosis, mutasi gen dan mutasi kromosom, replikasi DNA dan ekspresi gen, Isolasi DNA, Polimerase Chain Reaction (PCR), elektroforesis dan sekuensing, serta penggunaan Bioinformatika dalam mengolah data genetika. Oleh karena itu, buku ini ditulis untuk memberikan pengetahuan dasar kepada masyarakat awam maupun mahasiswa/akademisi yang berkecimpung di bidang Biologi dan Genetika secara khususnya. Buku ini nantinya dapat menjadi referensi dalam memahami ilmu genetika dan praktik DNA secara lebih mendalam.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
SINOPSIS	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I. GENETIKA	1
1.1. Pengertian Genetika	1
1.2. Peran Genetika dalam Bidang Biologi	2
1.3. Sejarah Perkembangan Genetika	2
1.4. Konsep Dasar Genetika	6
1.5. Genetika Dalam Pandangan Al Qur'an	8
BAB II. APLIKASI GENETIKA DALAM BERBAGAI BIDANG	9
2.1. Pentingnya Genetika	9
2.2. Aplikasi Genetika dalam Berbagai Bidang	11
BAB III. HUKUM MENDEL	18
3.1. Terminologi Genetika	18
3.2. Bapak Genetika (Gregor Mendel)	19
3.3. Hukum Mendel	20
3.4. Testing Hipotesis Geenetika.....	27
3.5. Pengembangan Hukum Mendel	29
BAB IV. GENETIKA POPULASI DAN EVOLUSI.....	36
4.1. Genetika Populasi	36
4.2. Evolusi	40
BAB V. GEN DAN MATERI GENETIK.....	48
5.1. Gen	48
5.2. Materi Genetik	50
5.3. Fungsi Materi Genetik	68
BAB VI. SIKLUS SEL (MITOSIS DAN MEIOSIS).....	70
6.1. Siklus Sel	70
6.2. Mitosis	73

6.3. Meiosis	75
BAB VII. MUTASI GEN DAN MUTASI KROMOSOM..	81
7.1. Pengertian Mutasi	81
7.2. Mutasi Gen	81
7.2. Mutasi Kromosom	84
BAB VIII. CENTRA DOGMA GENETIKA	87
8.1. Centra Dogma Genetika	87
8.2. Replikasi	88
8.3. Transkripsi	91
8.4. Translasi	94
BAB IX. ISOLASI DNA, PCR, ELEKTROFORESIS, SEKUENSING	97
9.1. Isolasi DNA	97
9.2. <i>Polimerase Chain Reaction (PCR)</i>	102
9.3. Elektroforesis	105
9.3. Sekuensing	108
BAB X. BIOINFORMATIKA DATA GENETIKA.....	109
10.1. Pengertian Bioinformatika	109
10.2. Perangkat Lunak Bioinformatika	110
10.3. Peranan Bioinformatika dalam Mengolah Data Genetika.....	112
DAFTAR PUSTAKA	117

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1.	Bukti Purbakala Pemanfaatan Teknik Genetika di Bidang Agrrikultur	3
Gambar 2.1.	Plasmid Ti pada Tumbuhan	12
Gambar 2.2.	Kambing sebagai Hewan Transgenik “farm’	14
Gambar 3.1.	Gregor Johann Mendel	19
Gambar 3.2.	Ilustrasi 7 Karakter Penelitian Mendel	21
Gambar 3.3.	Penerapan Hukum Mendel pada Kromosom	22
Gambar 3.4.	Persilangan Monohibrid dengan <i>Punnet Square</i>	24
Gambar 3.5.	Persilangan Dihibrid dengan <i>Punnet Square</i>	25
Gambar 3.6.	Persilangan Dihibrid dengan <i>Forke Line</i>	27
Gambar 3.7.	Kalkulasi <i>Chi-square</i> untuk Filial Mendel ...	28
Gambar 3.8.	Persilangan M dan N antigen pada Sel Darah	29
Gambar 3.9.	Warna Bulu pada Kelinci	30
Gambar 3.10.	Fenotip yang Berbeda dari Allele pada Kelinci	31
Gambar 3.11.	Pola Jengger Ayam yang Berbeda-beda	32
Gambar 3.12.	Epistasis pada Mata Lalat Buah	33
Gambar 3.13.	A ^Y Tikus Warna Kuning Lethal	34
Gambar 4.1.	Variasi Genetik pada Populasi Kumbang Kepik	37
Gambar 4.2.	Evolusi Burung Finch di Kepulauan Galapagos	41
Gambar 4.2.	<i>Founder Effect</i> dan <i>Bottleneck Effect</i>	43
Gambar 4.4.	Gene Flow	44
Gambar 4.5.	Spesiasi Allopatrik dan Sympatrik	46
Gambar 4.6.	Hubungan Evolusi menggunakan Filogeni Tree	47
Gambar 5.1.	Tipe Basa Nukleotida DNA	52
Gambar 5.2.	Struktur Double Helix DNA	53
Gambar 5.3.	Perbedaan Struktur DNA dan RNA	57

Gambar 5.4.	Karyotipe dan Struktur Kromosom	60
Gambar 5.5.	Bentuk Kromosom berdasarkan Letak Sentromer.....	62
Gambar 5.6.	Contoh <i>Single Crossing Over</i>	65
Gambar 5.7.	Contoh <i>Double Crossing Over</i>	66
Gambar 5.8.	Contoh Proses Pembuatan Peta Kromosom .	67
Gambar 6.1.	Siklus Sel	71
Gambar 6.2.	Perbedaan Mitosis dan Meiosis	72
Gambar 6.3.	Proses Mitosis	73
Gambar 6.4.	Proses Meiosis	77
Gambar 6.5.	Fase-Fase Profase I	79
Gambar 6.6.	Proses Spermatogenesis dan Oogenesis	80
Gambar 7.1.	Analogi Mutasi Gen	83
Gambar 7.2.	Mutasi Kromosom	85
Gambar 8.1.	Centra Dogma Genetika	87
Gambar 8.2.	Struktur Dasar Replikasi DNA	89
Gambar 8.3.	Replikasi DNA	90
Gambar 8.4.	Jenis-Jenis Replikasi	91
Gambar 8.5.	Proses Transkripsi	93
Gambar 8.6.	Kode Genetik	94
Gambar 8.7.	Tahapan Translasi	96
Gambar 9.1.	Contoh Proses Isolasi DNA	100
Gambar 9.2.	Proses <i>Polimerase Chain Reaction</i> (PCR) ...	104
Gambar 9.3.	Proses Elektroforesis	107
Gambar 10.1.	Proses Bioinformatika	109
Gambar 10.2.	Sumber Bioinformatika.....	111

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Ringkasan Terminologi Genetika	18
Tabel 3.2. Prinsip Hukum Mendel I dan II	23
Tabel 5.1. Jenis-Jenis RNA	55
Tabel 5.2. Nilai indeks Sentromer dari Bentuk Kromosom	61

BAB I

GENETIKA

1.1. Pengertian Genetika

Genetika adalah ilmu yang mempelajari tentang hereditas (pewarisan sifat) dan variasi hereditas. Genetika dapat ditemukan pada semua tingkatan organisme mulai dari tingkatan sel sampai molekul. Pada praktiknya sekarang genetika terus berevolusi dan telah dimanfaatkan pada bidang pertanian dan kedokteran. Hal ini berkaitan dengan manipulasi DNA sebagai materi genetik.

Selain itu, perkembangan genetika pada organisme ke arah DNA genom dan DNA komplemen. Akuisisi data cepat, dan analisis urutan genom telah dilakukan pada semua spesies, termasuk manusia. Genetika juga mencakup banyak hal mengenai evolusi di tingkat molekuler atau dikenal dengan evolusi genom. Faktanya, metode dan penemuan genetika merupakan katalis awal dari kemajuan di semua bidang biologi, dari biologi sel hingga fisiologi, perkembangan organisme, perilaku organisme, bahkan ekologi.

Salah satu ciri kehidupan yaitu kemampuan organisme untuk bereproduksi, contohnya Harimau menghasilkan harimau kecil dan Pohon Pinus menghasilkan anakan pohon pinus. Transmisi sifat dari satu generasi ke generasi berikutnya disebut warisan (*inheritance*) atau *hereditas*. Namun, keturunannya tidak memiliki salinan sifat yang identik dari salah satu orang tua atau saudaranya. Seiring dengan hereditas yang memiliki kesamaan, ada juga *variasi*. Petani telah mengeksploitasi prinsip-prinsip hereditas dan variasi selama ribuan tahun untuk pemuliaan tanaman dan hewan untuk sifat yang diinginkan.

Genetika merupakan salah satu bidang ilmu yang paling maju dan berkembang pesat di bidang sains, dengan adanya penemuan-penemuan baru yang penting dan dilaporkan setiap bulannya. Banyak artikel terkait genetika yang berasal

dari negara maju seperti: *Complete* genom dari Platipus, penemuan gen yang berperan dalam penyakit *multiple sclerosis* dan kanker, analisis DNA dari hewan Mammut Berbulu yang telah punah, dan identifikasi gen yang mempengaruhi pigmentasi kulit, dan tinggi badan. Selain itu, pengujian genetic untuk menentukan ayah, seorang keturunan dan kerentanan terhadap penyakit tertentu. Penemuan yang baru dan penerapan genetika memberi pengaruh yang signifikan sehingga membuat studi tentang genetika menjadi menarik.

1.2. Peran Genetika dalam Bidang Biologi

Pemahaman tentang genetika penting untuk semua orang, dan sangat penting untuk mahasiswa biologi. Genetika menyediakan salah satu prinsip pemersatu biologi yaitu semua organisme menggunakan asam nukleat untuk materi genetiknya dan mengkodekan informasi genetik dengan cara yang sama. Genetika sebagai dasar dalam mempelajari banyak disiplin biologi lainnya.

Evolusi sebagai contoh, perubahan genetik terjadi dari waktu ke waktu. Jadi, studi tentang evolusi membutuhkan pemahaman tentang dasar genetika. Bidang biologi perkembangan organisme juga bergantung pada genetika, jaringan dan organ terbentuk melalui ekspresi yang diatur oleh gen. Bahkan bidang-bidang seperti taksonomi, ekologi dan perilaku hewan membuat genetik semakin meningkat. Semua studi bidang biologi dan kedokteran tidak lengkap tanpa pemahaman yang menyeluruh tentang gen dan metode genetik.

1.3. Sejarah Perkembangan Genetika

Meskipun ilmu genetika dianggap masih muda, hampir seluruh produk dari 100 tahun terakhir dihasilkan oleh manusia menggunakan prinsip genetika.

a. Prasejarah (Prehistory)

- ❖ Bukti pertama yang dipahami dan diterapkan manusia terhadap prinsip hereditas ditemukan dalam domestikasi tumbuhan dan hewan, yang dimulai 10.000 dan 12.000 tahun yang lalu.
- ❖ Organisme domestikasi pertama yaitu gandum, kacang polong, sereal, lentil, barley, anjing, kambing dan domba. Pembiakan selektif menghasilkan wol dari domba.
- ❖ Pada 4000 tahun yang lalu, teknik genetik yang canggih sudah digunakan di Timur Tengah. Ansyur dan Babilonia mengembangkan ratusan varietas kurma yang berbeda ukuran buahnya, warna, rasa dan waktu pematangan. Bukti ditemukan dari relief Ansyur dari 2880 tahun lalu.



Gambar 1.1. Bukti Purbakala Pemanfaatan Teknik Genetika di Bidang Agrikultur

b. Bukti Tulisan Awal (Early Written Evidence)

- ❖ Tulisan suci Hindu yang berasal dari tahun 2000 tahun yang lalu mengaitkan banyak sifat dengan ayah dan menyarankan bahwa perbedaan antara saudara kandung dapat dijelaskan oleh efek dari ibu. Hal ini menjelaskan maternal hereditas.
- ❖ Tulisan lain menyarankan bahwa harus menghindari calon pasangan yang memiliki sifat yang tidak diinginkan kemungkinan diturunkan kepada anaknya. Contoh hemofilia.
- ❖ Filsuf Yunani Aristoteles (384 – 322 SM) adalah sangat tertarik pada keturunan. Aristoteles percaya bahwa laki-laki dan perempuan memberikan kontribusi kepada keturunannya.
- ❖ Bangsa Romawi kuno berhasil mengembangkan sejumlah teknik pemuliaan hewan dan tumbuhan.

c. Bangkitnya Genetika Modern

- ❖ Akhir tahun 1500-an, Robert Hooke (1653-1703) menemukan sel pada tahun 1665. Mikroskop menyediakan naturalis dengan pemandangan baru dan menarik tentang kehidupan.
- ❖ Gagasan awal lain tentang hereditas adalah pencampuran warisan, yang mengusulkan bahwa keturunan adalah campuran dari sifat orang tuanya.
- ❖ Nehemia Grew (1641-1712) melaporkan bahwa tanaman berkembangbiak secara seksual dengan serbuk sari dari sel kelamin jantan.
- ❖ Joseph Gottlieb Kölreuter (1733–1806) melakukan banyak menyilangkan dan mempelajari serbuk sari di bawah mikroskop.
- ❖ Gregor Mendel (1822–1884) menemukan prinsip dasar hereditas. Saat ini Mendel diakui sebagai bapak genetika.
- ❖ Perkembangan dalam sitologi di 1800-an memiliki pengaruh yang kuat pada genetika. Robert Brown (1773-1858) menggambarkan inti sel pada tahun 1833.
- ❖ Matthias Jacob Schleiden (1804–1881) dan Theodor Schwann (1810–1882) mengusulkan konsep dari teori sel pada tahun 1839. Semua kehidupan terdiri dari sel, sel muncul hanya dari sel yang sudah ada sebelumnya, dan sel adalah unit dasar dari struktur dan fungsi dalam organisme hidup.
- ❖ Charles Darwin (1809–1882), mengajukan teori evolusi melalui seleksi alam dan diterbitkan gagasannya dalam *On the Origin of Species* pada tahun 1856. Darwin mengakui bahwa hereditas adalah dasar evolusi.
- ❖ Akhir abad ke-19, adanya penemuan mikrotom dan perkembangan peningkatan histologis dan sitologi. Beberapa ahli sitologi menunjukkan bahwa nukleus memiliki peran dalam fertilisasi.
- ❖ Walter Flemming (1843–1905) mengamati pembagian kromosom pada tahun 1879 dan menerbitkan buku yang luar biasa deskripsi mitosis. Pada tahun 1885, secara umum diakui bahwa nukleus mengandung informasi herediter.

- ❖ Agustus Weismann (1834–1914) meletakkan gagasan tentang pewarisan sifat yang diperoleh. Weismann mengusulkan teori plasma nutfah, yang menyatakan: sel-sel dalam organ reproduksi membawa kumpulan informasi genetik yang diteruskan ke gamet.

d. Genetika Abad Kedua Puluh

- ❖ Tahun 1900 adalah titik balik dalam sejarah genetika. Publikasi penting Gregor Mendel tahun 1866 tentang eksperimen dengan tanaman kacang polong, yang mengungkapkan prinsip-prinsip hereditas, "ditemukan kembali".
- ❖ Walter Sutton (1877–1916) mengusulkan pada tahun 1902 bahwa gen terletak pada kromosom.
- ❖ Thomas Hunt Morgan (1866–1945) menemukan mutan genetik pertama lalat buah pada tahun 1910 dan menggunakan lalat buah untuk mengungkap banyak pewarisan genetika.
- ❖ Ronald A. Fisher (1890–1962), John B.S. Haldane (1892–1964), dan Sewall Wright (1889–1988) meletakkan dasar untuk genetika populasi pada tahun 1930-an.
- ❖ Ahli genetika mulai menggunakan bakteri dan virus dalam 1940-an; reproduksi cepat dan sistem genetik sederhana.
- ❖ Bukti mengumpulkan bahwa DNA adalah gudang informasi genetik. James Watson (lahir 1928) dan Francis Crick (lahir 1916) menggambarkan struktur tiga dimensi DNA pada tahun 1953, mengantarkan era genetika molekuler.
- ❖ Pada tahun 1966, struktur kimia DNA dan sistemnya menentukan urutan asam amino protein telah dikerjakan.
- ❖ Kemajuan dalam genetika molekuler menyebabkan percobaan DNA rekombinan pertama pada tahun 1973, yang memicu revolusi lain dalam penelitian genetik.
- ❖ Walter Gilbert (lahir 1932) dan Frederick Sanger (lahir 1918) mengembangkan metode untuk sekuensing DNA pada tahun 1977.

- ❖ Kay Mullis (lahir 1944) tahun 1986 menemukan reaksi polimerase berantai, teknik untuk memperbanyak jumlah SNA dengan cepat.
- ❖ Pada tahun 1990, terapi gen digunakan untuk pertama kali mengobati penyakit genetik manusia di Amerika Serikat dan Proyek Genom Manusia adalah diluncurkan.
- ❖ Pada tahun 1995, urutan DNA lengkap pertama dari a organisme yang hidup bebas: bakteri *Haemophilus influenza* ditentukan, dan urutan lengkap pertama dari a organisme eukariotik (ragi) dilaporkan setahun kemudian.

e. *Masa Depan Genetika*

- ❖ Informasi genetika terus bertambah setiap tahun. Urutan genom banyak organisme ditambahkan ke database DNA setiap tahun, dan detail baru tentang gen struktur dan fungsi terus memperluas pengetahuan tentang keturunan. Semua informasi ini memberi kita dengan pemahaman yang lebih baik tentang berbagai proses biologi dan hubungan evolusi.
- ❖ Informasi genetik membutuhkan pengembangan berkelanjutan menggunakan program komputer yang canggih untuk menyimpan, mengambil, membandingkan, dan menganalisis data genetik dan telah memunculkan bidang *Bioinformatika*, penggabungan biologi molekuler dan ilmu Komputer.
- ❖ Microchip genetik baru yang secara bersamaan menganalisis ribuan molekul RNA akan memberikan informasi tentang aktivitas ribuan gen di a sel yang diberikan, memungkinkan gambaran rinci tentang bagaimana sel merespons sinyal eksternal, tekanan lingkungan, dan penyakit negara bagian.
- ❖ Penggunaan genetika di bidang pertanian, kimia, dan bidang perawatan kesehatan akan terus berkembang; beberapa memprediksi bahwa bioteknologi akan menjadi abad kedua puluh satu apa yang industri elektronik adalah untuk abad kedua puluh.

1.4. Konsep Dasar Genetika

Berikut ini beberapa konsep dasar dari genetika, yaitu:

1. ***Sel terdiri dari dua tipe dasar: eukariotik dan prokariotik.*** Secara struktural, sel terdiri dari dua tipe dasar, meskipun, secara evolusi lebih kompleks. Sel prokariotik tidak memiliki membran inti dan tidak memiliki organel sel yang dibatasi membran, sedangkan sel eukariotik lebih kompleks, memiliki nukleus dan dibatasi membran organel seperti kloroplas dan mitokondria.
2. ***Gen adalah unit dasar hereditas.*** Gen secara tepat menentukan variasi, tergantung pada konteks biologis. Pada tingkat yang paling sederhana, gen sebagai unit informasi yang mengkodekan ciri.
3. ***Gen datang dalam berbagai bentuk yang disebut alel.*** Sebuah gen yang menentukan karakteristik mungkin ada dalam beberapa bentuk, yang disebut alel.
4. ***Gen memberikan fenotipe.*** Salah satu yang paling penting konsep dalam genetika adalah perbedaan antara sifat dan gen. Sifat tidak diwariskan secara langsung. Sebaliknya, gen diwariskan bersama dengan faktor lingkungan, menentukan ekspresi dari sifat. Informasi genetik (genotipe), sedangkan sifat itu adalah fenotipe.
5. ***Informasi genetik dibawa dalam DNA dan RNA.*** Informasi genetik dikodekan dalam struktur molekul asam nukleat, yang datang dalam dua jenis: deoxyribonukleat asam (DNA) dan asam ribonukleat (RNA). Asam nukleat adalah polimer yang terdiri dari nukleotida. Basa nitrogen dalam DNA terdiri dari adenin (A), sitosin (C), guanin (G), dan timin (T). Urutan basa ini mengkodekan informasi genetik. Virus hanya memiliki RNA. Empat basa nitrogen dari RNA adalah adenin, sitosin, guanin, dan urasil (U).
6. ***Gen terletak pada kromosom.*** Kendaraan dari informasi genetik dalam sel adalah kromosom, yang terdiri dari DNA dan protein terkait. Setiap spesies memiliki jumlah

kromosom yang khas, misalnya sel bakteri satu kromosom; sel manusia memiliki 46; sel merpati memiliki 80.

7. ***Kromosom terpisah melalui proses mitosis dan meiosis.*** Proses mitosis dan meiosis memastikan satu set lengkap kromosom organisme ada di setiap sel yang dihasilkan dari pembelahan sel. Mitosis, pemisahan kromosom pada sel somatik. Meiosis, pemisahan kromosom pada sel gamet.
8. ***Informasi genetik ditransfer dari DNA ke RNA untuk protein.*** Banyak gen yang mengkodekan sifat-sifat dengan menentukan strukturnya dari protein. Informasi genetik pertama kali ditranskripsi dari DNA menjadi RNA, dan diterjemahkan ke dalam urutan asam amino suatu protein.
9. ***Mutasi adalah perubahan permanen dalam informasi genetik yang dapat diturunkan dari sel ke sel atau dari induk ke keturunannya.*** Mutasi gen mempengaruhi informasi genetik hanya satu gen; mutasi kromosom mengubah jumlah atau struktur kromosom.
10. ***Beberapa sifat dipengaruhi oleh banyak faktor.*** Beberapa sifat dipengaruhi oleh banyak gen yang berinteraksi secara kompleks cara dengan faktor lingkungan.
11. ***Evolusi adalah perubahan genetik.*** Evolusi dapat dilihat sebagai proses dua langkah: pertama, variasi genetik yang meningkatkan dan mengurangi frekuensinya.

1.5. Genetika dalam Pandangan Al Quran

Jauh sebelum Mendel mengemukakan teorinya yang terkait dengan hukum pewarisan sifat, Allah SWT melalui firmanNya dalam Al Quran telah memberikan sejumlah isyarat yang semestinya menantang manusia untuk berpikir dalam mengungkapkan misteri hukum-hukum pewarisan sifat. Salah satu yang patut untuk dipikirkan adalah Firman Allah sebagai berikut:

Q.S. Al Fathir Ayat 28

وَمِنَ النَّاسِ وَالْذَوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ

غَفُورٌ

Wa minan-nāsi wad-dawābbi wal-an'āmi mukhtalifun alwānuhu kazālik, innamā yakhsyallāha min 'ibādihil-'ulamā', innallāha 'azīzun gafur

Terjemahan: Dan demikian (pula) di antara manusia, binatang-binatang melata dan binatang-binatang ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Sesungguhnya yang takut kepada Allah di antara hamba-hamba-Nya, hanyalah ulama. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Pengampun.

Tafsir Quran Surat Fatir Ayat 28:

Manusia, binatang melata, binatang ternak (unta, sapi dan domba), warna mereka juga berbeda-beda. Yang mengagungkan kedudukan Allah dan yang takut kepada-Nya hanyalah para ulama yang mengetahui Allah, karena mereka mengetahui sifat-sifat-Nya, syariat-syariat-Nya dan bukti-bukti kemahakuasaan-Nya. Sesungguhnya Allah Mahaperkasa yang tidak ada suatu pun mengalahkan-Nya, Maha Pengampun terhadap dosa-dosa orang yang bertobat di antara hamba-hamba-Nya.

Ayat tersebut di atas menjelaskan tentang keaneragaman dan variasi pada makhluk hidup. Keanekaragaman makhluk hidup terlihat dengan adanya perbedaan bentuk, ukuran, struktur, warna, fungsi tubuh dengan organ-organya, dan habitatnya. Pada makhluk hidup terdapat persamaan dan perbedaan antara yang satu dengan yang lainnya. Diantara makhluk hidup yang menghuni bumi ini tidak ditemukan adanya dua jenis individu yang sama persis, walaupun berasal dari satu induk. Perbedaan dan persamaan makhluk hidup pada jenis yang sama disebut *variasi*. Ungkapan dalam Al Quran pada surat di atas, khususnyabermacam-macam

warnanya... adalah ungkapan yang mempresentasikan adanya variasi pada makhluk hidup.

Fenomena seperti ini dapat diamati pada berbagai makhluk hidup, misalnya: manusia sama-sama mempunyai hidung, pipi dan rambut tetapi kesemuanya menunjukkan sifat dan ciri khas dan masing-masing individu. Ada yang berhidung mancung dan ada yang tidak mancung, ada yang berlesung pipi dan ada yang tidak berlesung pipi, ada yang berambut keriting dan ada yang tidak berambut keriting. Demikian pula halnya dengan variasi pigmen warna kulit manusia dan sejumlah sifat/ciri lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Molecular Biology of Cell, Sixth Edition*. Garland Science-Taylor & Francis Group. New York.
- Aristya, G.R., Budi S.D., Satuti N.H. dan A. Tuty. (2015). *Karakteristik Kromosom Tumbuhan dan Hewan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Artadana, I.B.M dan W.D. Safitri. 2018. *Dasar-Dasar Genetika Mendel dan Pengembangannya*. Graha Ilmu. Surabaya.
- Brooker, B.J. (2012). *Concepts of Genetic*. Mc Graw-Hill. New York.
- Butler, J.M. (2005). *Forensic DNA Typing: Biology, Technology, and Genetics of STR Marker, Second Edition*. Elsevier Academic Press. United State of America.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. (2010). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Clark, P. (2005). *Molecular Biology*. Elsevier Academic Press. United State of America.
- Freeland, J. R. *Molecular Ecology*. (2005). John Wiley & Sons Ltd. England.

- Gardner, E.J., Simmons, M.J., and D.P. Snustad. 1991. *Principles of Genetics*. John Wiley and Sons Inc. Newyork.
- Hartl, D.L., & Jones, E.W. (1998) *Genetic: Principles and Analysis Fourth Edition*. Jones and Bartlett Publishers, Inc. Boston.
- Hartwell, L.H., Hood, L., Goldberg, M.L., Reynolds, A.E and L.M. Silver. 2011. *Genetics from Genes to Genomes Fourth Edition*. Mc Graw-Hill. Amerika.
- Higgs, P.G and T.K. Attword. 2005. *Bioinformations and Molecular Evolution*. Blackwell Science Ltd. Australia.
- Jiang, R., Zhang, X., & Zhang, M.Q. (2013). *Basics of Bioinformatics: Lecture Notes of Graduate Summer School on Bioinformatics of China*. Tsinghua-University Press-Spinger. Beijing China-Verlag Berlin Heidelberg.
- Klug, W.S., Cumming, M.R., Spencer, C.A., Paladdino, M.A., & Killian, D.J. (2019). *Concepts of Genetic, Twelfth Edition*. Pearson. New Jersey.
- Nicholl, D. 2008. *An Introduction to Genetic Engineering*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ningrum, RP. 2018. *Genetika Molekuler dan Aplikasinya*. CV Budi Utama. Yogyakarta.
- Pierce, B.A. (2012). *Genetics: A Conceptual Approach Fourth Edition*. W.H. Freeman and Company. New York.

- Pierce, B.A. (2017). *Genetics: A Conceptual Approach Sixth Edition*. W.H. Freeman and Company. New York.
- Pevsner, J. (2015). *Bioinformatics and functional Genomic Third Edition*. Wiley Blackwell. Singapore.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B., (2011). *Campbell Biology ninth Edition*. Benjamin Cummings. United State America-Boston.
- Snustad, D.P., & Simmons, M.J. (2012). *Principles of Genetics Sixth Edition*. John Wiley & Sons, Inc.
- Schwarzbach, E., Smykal, P., Dostal, O., Jarkovska, M., & Valova, S., (2014). Gregor J. Mendel-Genetics Founding Father. *Czech. J. Genet. Plant Breed.* 50(2): 43-51.
- Tamura, K. (2018). *The Origin and Evolution of The Genetic Code: 100th Anniversary Year of The Birth of Francis Crick, First Edition*. MDPI AG. Japan.
- Turner, P., McLennan, A., Bates, A., & White, M. (2005). *Bios Instan: Notes Molecular Biology, Tirth Edition*. Taylor & Francis Group. New York.
- Waite, G.N., & Waite, L.R. (2007). *Applied Cell and Molecular Biology Companies for Engineers*. McGraw-Hill Companies. Unites State of America.

PENULIS



Zahratul Idami, M.Sc, lahir di Banda Aceh pada September 1986 merupakan dosen di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Negeri Sumatera Utara Medan. Pendidikan SD s/d SMA ditempuh di Kota Banda Aceh. Menempuh jenjang Strata-1 di Jurusan

Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Syiah Kuala Kota Banda Aceh (2004-2008) dengan bidang penelitian Mikrobiologi, spesies Bakteri *Vibrio*. Selanjutnya menempuh pendidikan Strata-2 di Jurusan Biologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada (2014-2016) pada bidang Genetika Molekular dengan spesies Udang *Penaeus*. Mulai bekerja sebagai Dosen di Prodi Biologi FST UINSU tahun 2018 dengan matakuliah Genetika, Bioteknologi, Biostatistika, Biologi Molekular. Selain mengajar, juga aktif meneliti serta mengikuti seminar baik nasional dan internasional. Jejak akademik dan non akademik tidak menjadikan Istri dari Bapak Afandi Septian Siahaan dan Ibu dari Dya Dira Siahaan dan Randi Rafa Siahaan ini lupa untuk mengingat kodrat asli sebagai ibu rumah tangga.