



BIOLOGI UMUM

Eneng Rahmi, Dharmawaty M Taher
Tika Putri Agustina, Angreni Beaktris Liunokas
Devin Mahendika

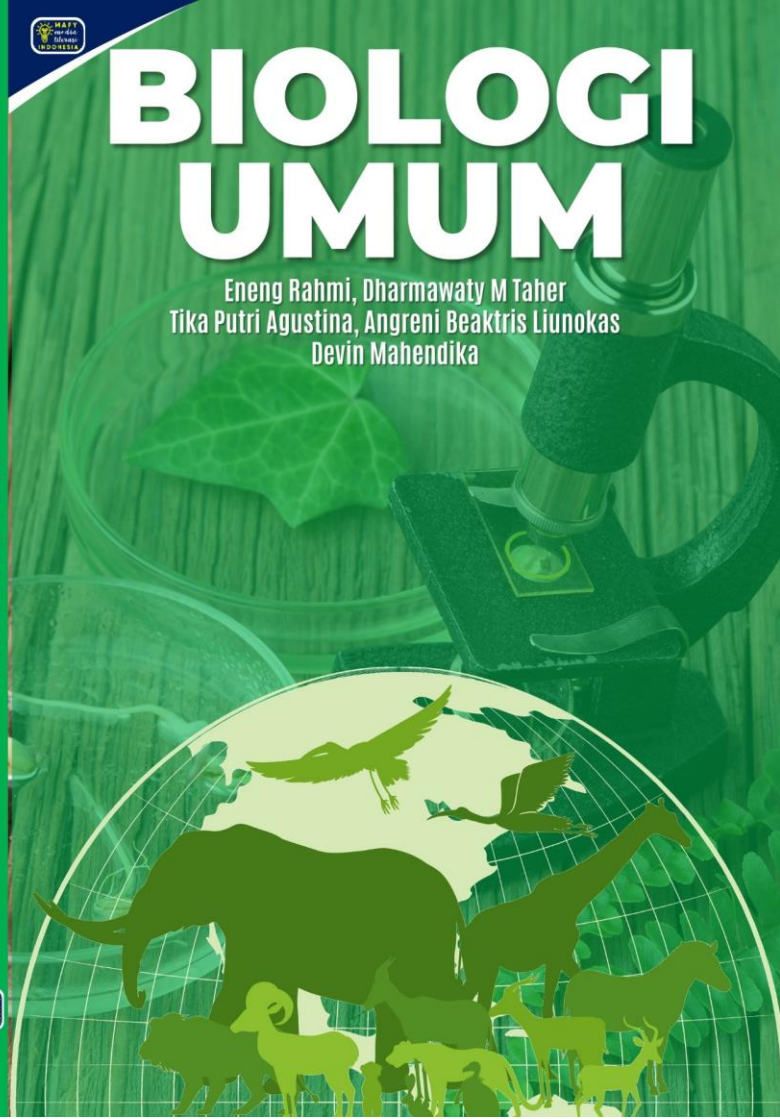
BIOLOGI UMUM

BIOLOGI UMUM

Biologi Umum adalah panduan komprehensif yang menggali akar dan penerapan ilmu kehidupan. Buku ini emberikan pengetahuan dan pemahaman tentang organisasi materi penyusun kehidupan, Energi dalam kehidupan organisme, Genetika dan dasar pewarisan sifat, Struktur dan fungsi organ tubuh tumbuhan, Bioteknologi dan konservasi alam.



PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA
ANGGOTA IKAPI 041/SBA/2023
Email : penerbitmafya@gmail.com
Website : penerbitmafya.com
FB : Penerbit Mafy



BIOLOGI

UMUM

UU No 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat ciptaan dan/atau produk hak terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. penggandaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. penggandaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan fonogram yang telah dilakukan pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu ciptaan dan/atau produk hak terkait dapat digunakan tanpa izin pelaku pertunjukan, produser fonogram, atau lembaga penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

BIOLOGI UMUM

Eneng Rahmi

Dharmawaty M Taher

Tika Putri Agustina

Angreni Beaktris Liunokas

Devin Mahendika



BIOLOGI UMUM

Penulis:

Eneng Rahmi

Dharmawaty M Taher

Tika Putri Agustina

Angreni Beaktris Liunokas

Devin Mahendika

Editor:

Andi Asari

Desainer:

Tim Mafy

Sumber Gambar Cover:

www.freepik.com

Ukuran:

iv, 146 hlm., 15,5 cm x 23 cm

ISBN:

978-623-8470-74-7

Cetakan Pertama:

November 2023

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang.

Dilarang menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA

ANGGOTA IKAPI 041/SBA/2023

Kota Solok, Sumatera Barat, Kode Pos 27312

Kontak: 081374311814

Website: www.penerbitmafy.com

E-mail: penerbitmafy@gmail.com

Kata Pengantar

SEGALA puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas pertolongan dan limpahan rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan buku yang berjudul Biologi Umum. Buku ini di susun secara lengkap dengan tujuan untuk memudahkan para pembaca memahami isi buku ini.

Buku ini membahas tentang Organisasi materi penyusun kehidupan, Energi dalam kehidupan organisme, Genetika dan dasar pewarisan sifat, Struktur dan fungsi organ tubuh tumbuhan, Bioteknologi dan konservasi alam.

Kami menyadari bahwa buku yang ada ditangan pembaca ini masih banyak kekurangan. Maka dari itu kami sangat mengharapkan saran untuk perbaikan buku ini dimasa yang akan datang. Dan tidak lupa kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penerbitan buku ini. Semoga buku ini dapat membawa manfaat dan dampak positif bagi para pembaca.

Penulis, 04 November 2023

Daftar Isi

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
BAB I	
ORGANISASI MATERI PENYUSUN KEHIDUPAN.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Kimia Kehidupan.....	3
2.3 Hirarki Organisasi Kehidupan.....	5
2.4 Klasifikasi Organisme.....	17
BAB II	
ENERGI DALAM KEHIDUPAN ORGANISME	21
2.1 Pendahuluan.....	21
2.2 Energi Fotosintesis.....	23
2.3 Energi dalam Sel.....	28
2.4 Metabolisme Seluler	28
2.5 Glukoneogenesis	38
2.6 Glukogenolisis	39
2.7 Beta Oksidasi	40
2.8 Sintesis Protein dan Asam Nukleat	42
2.9 ATP (Adenosin Trifosfat).....	43
2.10 Sintesis Lipid.....	44
BAB III	
GENETIKA DAN DASAR PEWARISAN SIFAT	47

3.1	Pendahuluan	47
3.2	Sejarah Penemuan DNA	48
3.3	Susunan DNA dan RNA	51
3.4	Replikasi Materi Genetik.....	53
3.5	Awal replikasi.....	56
3.6	Sintesis untai DNA baru	57
3.7	Pengecekan dan perbaikan DNA	60
3.8	Ekspresi Gen dan Sintesis Protein	60
3.9	Transkripsi	63
3.10	Translasi	68
BAB IV		
STRUKTUR DAN FUNGSI ORGAN TUBUH TUMBUHAN.....		73
4.1	Akar.....	73
4.2	Batang.....	77
4.3	Daun.....	80
4.4	Bunga	82
4.5	Buah.....	85
4.6	Benih	86
4.7	Kambium	87
4.8	Kulit	88
BAB V		
BIOTEKNOLOGI DAN KONSERVASI ALAM		93
5.1	Pendahuluan	93
5.2	Bioteknologi	99
5.3	Konservasi Alam.....	117
5.4	Kesimpulan.....	129
BIODATA PENULIS.....		139

BAB I

Organisasi Materi Penyusun Kehidupan

Oleh Eneng Rahmi

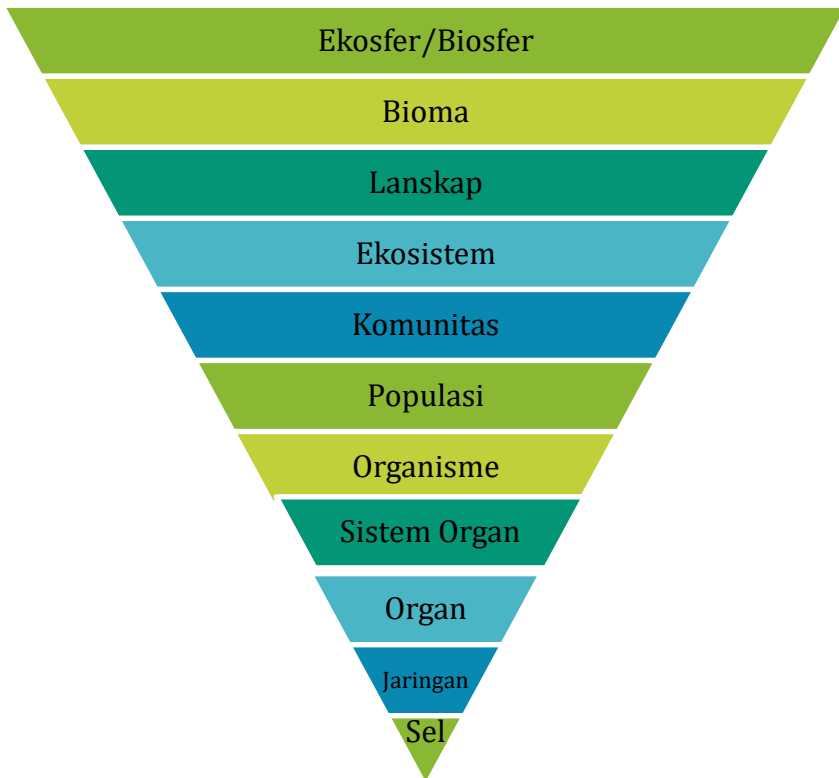
1.1 Pendahuluan

Organisasi materi penyusun kehidupan merupakan sebuah bahasan mengenai interaksi antar komponen kimia hingga membentuk organisme hidup. Untuk memahami proses interaksi tersebut maka perlu pemahaman mengenai struktur dan fungsi dari seluruh komponen kimia, baik komponen mikro maupun komponen makro.

Organisme hidup tentunya memiliki ciri khas yang berbeda dengan benda mati diantaranya adalah kemampuan untuk tumbuh, berkembang, bereproduksi, beradaptasi, memberikan respon dan menurunkan sifat. Seluruh proses kehidupan ini terjadi pada tingkat sel sebagai unit dasar struktural dan fungsional kehidupan hingga organisasinya baik yang terdiri dari satu sel maupun banyak sel.

Pembahasan mengenai isi sel dikenal dengan struktural sel. Sedangkan pembahasan mengenai tata cara bereproduksi, metabolisme untuk tumbuh dan berkembang, kemampuan merespon dan beradaptasi dengan lingkungan merupakan fungsional sel. mencakup seluruh hal yang terkait dengan isi sel tersebut.

Untuk memahami seluruh organisasi materi kehidupan maka diperlukan pengetahuan mengenai konsep organisasi materi. Organisasi materi ini dikenal dengan hierarki organisasi ekologi yang menyusun mulai dari tingkat sel hingga biosfer (Odum & Barret, 1971) dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1. Hirarki organisasi kehidupan
(Odum & Barret, 1971)

Pemahaman tentang organisasi materi memiliki peran penting dalam memahami bagaimana perubahan pada tingkat molekuler atau seluler dapat memberikan pengaruh bagi organisme dan ekosistem secara menyeluruh. Pemahaman mengenai cara organisme berintegrasi dengan berbagai tingkat yang lebih besar hingga pada skala global merupakan kunci utama dalam memahami kehidupan.

1.2 Kimia Kehidupan

Kimia kehidupan adalah sebuah cabang ilmu yang mempelajari interaksi materi kimia dalam konteks biologi. Keilmuan ini menjadi landasan kita untuk memahami bagaimana materi kimia dalam bentuk atom dan molekul menjadi terorganisasi membentuk struktur biologi dan memfasilitasi seluruh proses penting dalam mendukung kehidupan. Dengan kata lain, pemahaman mengenai kimia kehidupan menjadi sangat penting dalam menjelaskan berbagai aspek kehidupan dan ekosistem melalui berbagai reaksi kimia yang esensial.

Komponen dasar kimia kehidupan adalah atom dan molekul yang selanjutnya memiliki peran penting dalam menjelaskan berbagai proses biologis. Tentunya pengertian atom dan molekul dalam konteks biologi maupun konteks kimia tidaklah berbeda.

1.2.1 Struktur Atom

Atom merupakan unit dasar dari materi atau elemen yang terdiri dari inti (*nucleus*) dan dikelilingi oleh elektron. Dalam inti atom terdapat proton (bermuatan positif) dan neutron (bermuatan netral). Setiap atom memiliki jumlah proton, neutron dan elektron yang berbeda sehingga masing-masing atom memiliki nomor atom dan nomor masa. Demikian pula dengan sifat dari atom tentunya memiliki kekhasan masing-masing yang kemudian akan menjadi bahan dasar untuk pembentukan molekul biologi.

1.2.2 Molekul Biologi

Molekul adalah perpaduan dari atom-atom baik sejenis maupun berbeda jenis yang terikat oleh ikatan kimia. Dalam konsep biologi, jenis molekul yang paling penting diantaranya adalah protein, enzim, asam nukleat (DNA dan RNA), karbohidrat, dan lipid.

Protein merupakan polimer panjang atau rantai panjang yang terdiri dari asam amino yang diikat dengan ikatan peptide. Setiap protein memiliki susunan asam amino yang unik hingga menentukan struktur tiga dimensinya. Dalam kehidupan kita sehari-hari, protein memiliki banyak peran mulai dari memfasilitasi reaksi kimia didalam sel, struktur dalam jaringan kolagen dan keratin, transporter molekul dan komponen sistem kekebalan tubuh. Salah satu protein yang berfungsi menjadi katalis dalam mempercepat reaksi disebut dengan enzim.

DNA/RNA merupakan molekul yang terdiri dari dua rantai panjang nukleotida yang berikatan melalui ikatan hidrogen dan membentuk struktur helix ganda yang mengandung informasi genetik. Komponan dasar DNA/RNA ini terdiri dari gula (deoksiribosa pada DNA dan ribosa pada RNA), gugus fosfat dan basa nitrogen (adenin, timin, sitosin, guanin pada DNA; adenin, urasil, sitosin, guanin pada RNA). DNA memiliki fungsi sebagai informasi genetik yang mendeterminasi perwarisan sifat dan struktur organisme, sedangkan RNA terlibat dalam transkripsi dan translasi genetik yang menghasilkan protein.

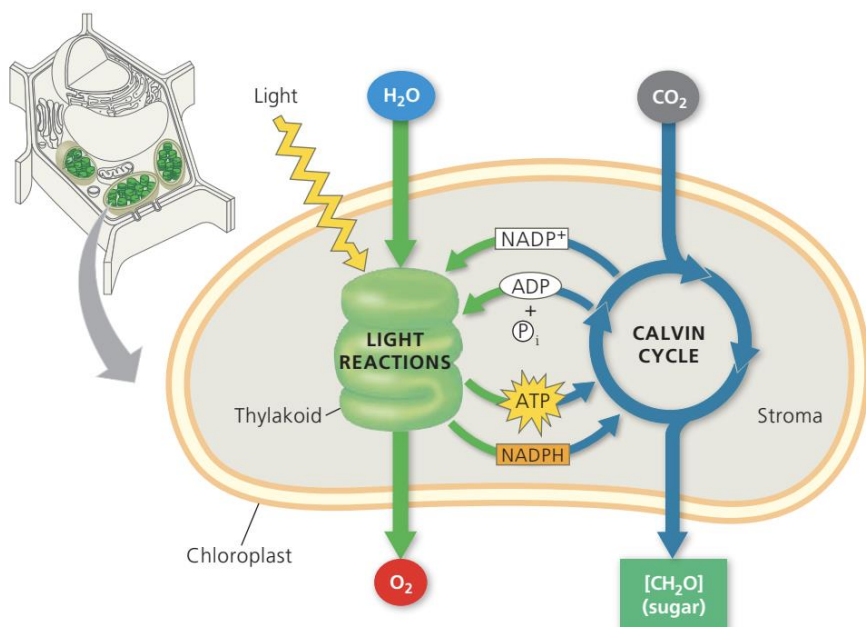
Karbohidrat merupakan molekul yang terdiri dari gugus-gugus karbon, hidrogen dan oksigen yang merupakan sumber utama energi bagi organisme. Adapun rantai dari senyawa dapat berupa rantai pendek untuk gula sederhana (glukosa, fruktosa) dan rantai Panjang untuk polisakarida seperti selulosa dan amilum.

Lipid merupakan kelompok senyawa seperti lemak, minyak, fosfolipid dan steroid. Lipid tersusun dari rantai asam lemak yang terikat pada gugus gliserol dalam kasus trigliserida atau rantai asam lemak yang terikat pada gugus fosfat dalam

kasus fosfolipid. Fungsi lipid adalah untuk menyimpan energi dan pembentuk membran sel yang semipermeabel serta molekul-molekul penting lainnya.

1.2.3 Reaksi Kimia Dalam Kehidupan

Reaksi kimia adalah perubahan dalam ikatan antara atom dan molekul yang seringkali melibatkan pemecahan ikatan lama dan pembentukan ikatan baru. Fotosintesis merupakan salah satu contoh reaksi kimia dalam kehidupan dimana didalamnya melibatkan interaksi kompleks antar molekul yang diatur oleh reaksi kimia (Gambar 2.).



Gambar 2. Reaksi fotosintesis (Campbel, 2017)

2.3 Hirarki Organisasi Kehidupan

Organisasi kehidupan dimulai dengan sel hingga biosfer. Tentunya pada organisasi kehidupan ada ciri-ciri hidup diantaranya adalah adanya pertumbuhan, perkembangan, bereproduksi, dan beradaptasi. Untuk memahami hirarki

organisasi kehidupan yang terdiri dari 11 tingkatan (Gambar 1.) maka perlu diketahui setiap struktur dan fungsinya.

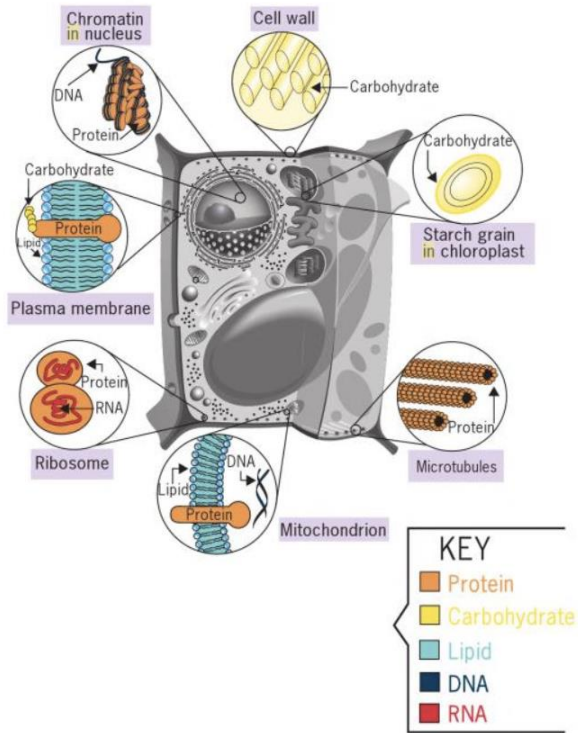
2.3.1 Sel : Unit Dasar Kehidupan

Sel adalah unit dasar kehidupan yang menyusun seluruh organisme atau unit terkecil dalam kehidupan. Setiap sel tentunya memiliki struktur dengan berbagai fungsi yang penting dalam menjalankan proses kehidupan seperti metabolisme untuk pertumbuhan dan perkembangan, serta bereproduksi. Dalam menjalankan fungsi kehidupan maka seluruh aktivitasnya akan berkaitan erat dengan reaksi kimia. Hal ini terjadi sebagai hal yang alami dalam mempertahankan kehidupan.

Didalam sel terdapat organel yang menjalankan fungsi tertentu. Organel adalah struktur fungsional dalam sel yang memiliki fungsi tertentu yang terdiri dari molekul-molekul yang tersusun secara kompleks diantaranya adalah membran sel, ribosom, mitokondria, kloroplas, dan inti sel (Gambar 3.).

Membran sel merupakan lapisan tipis yang menutupi seluruh sel. Lapisan tipis ini terdiri dari lapisan ganda fosfolipid yang memiliki protein tertanam. Fungsi dari membran sel ini adalah pelindung terhadap keluar masuknya zat pada sel. Selain itu, membran sel juga memiliki reseptor sehingga dapat berkomunikasi dengan lingkungannya.

Selain pelindung sel, tentunya didalam sel memiliki isi yang berupa cairan yang dikenal dengan sitoplasma. Cairan sel ini merupakan tempat terjadinya seluruh reaksi kimia seluler melalui organel-organel yang ada didalamnya



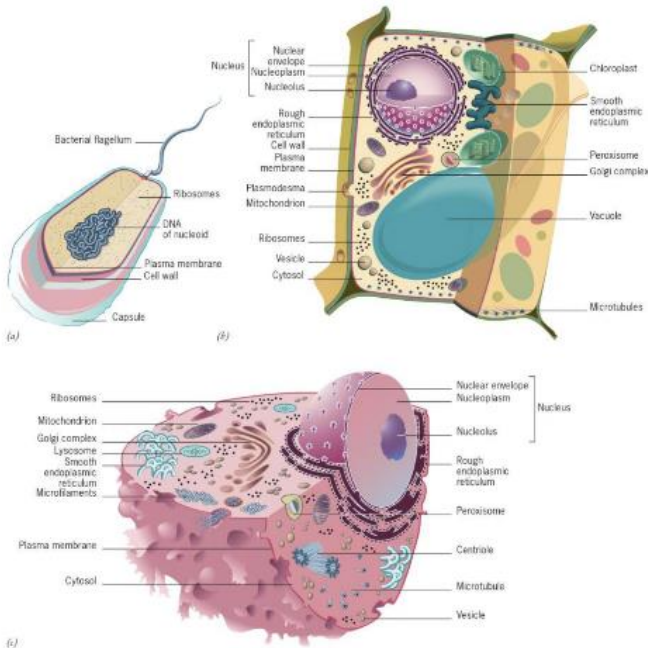
Gambar 3. Struktur Sel (Karp, 2010).

Inti sel (nucleus) merupakan struktur berbentuk bulat atau oval yang mengandung DNA. Fungsi dari inti sel ini adalah menyampaikan informasi genetik, mengatur seluruh aktivitas sel, mengontrol reproduksi sel dan sintesis protein.

Ribosom yang merupakan organel dengan struktur kecil yang terdapat didalam sel yang terdiri dari RNA dan protein. Adapun peran ribosom adalah melakukan sintesa protein dengan menerjemahkan informasi genetik dari RNA ke rantai polipeptida.

Mitokondria merupakan organel sel yang memiliki bentuk seperti tabung dan memiliki 2 membran lipid. Organel ini berfungsi sebagai tempat terjadinya respirasi seluler melalui energi yang berasal dari glukosa dan oksigen dalam bentuk ATP (Adenosin TriPhospat).

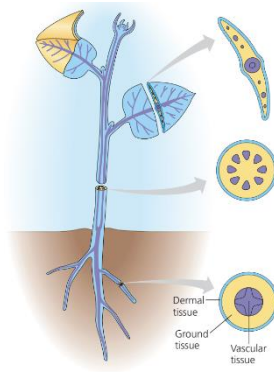
Sel dibedakan menjadi 2 jenis yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik (Karp, 2010)(Gambar 4.). Sel prokariotik tidak memiliki membran sehingga DNA berada pada sitoplasma. Sedangkan sel eukariotik memiliki membran inti sehingga DNA berada pada inti sel.



Gambar 4. Sel Prokariot dan Sel Eukariot (Karp, 2010)

2.3.2 Jaringan

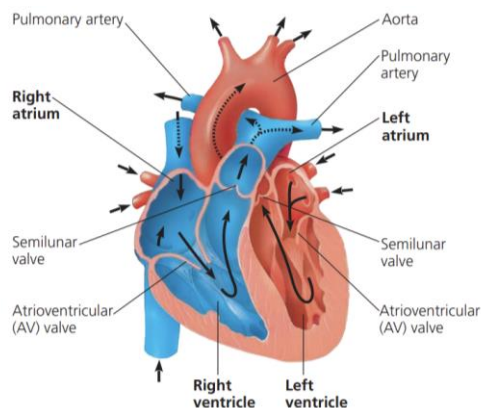
Jaringan adalah kumpulan sel-sel yang serupa dengan struktur dan fungsi yang sama dan kemudian bekerja sama untuk melakukan tugas khusus dalam tubuh. Jenis jaringan cukup beragam baik pada hewan maupun tumbuhan. Jaringan pada hewan terdiri dari jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot dan jaringan saraf. Sedangkan pada tumbuhan, jaringan terdiri dari jaringan epidermis, jaringan parenkim, jaringan penyokong dan jaringan pengangkut (Gambar 5.).



Gambar 5. Jenis Jaringan pada Tumbuhan (Campbel, 2017)

2.3.3 Organ

Organ adalah kumpulan dari jaringan-jaringan yang bekerja sama untuk melakukan fungsi tertentu dalam tubuh makhluk hidup. Dalam tubuh makhluk hidup akan tersusun dari berbagai macam organ. Demikian pula dengan jenis organ yang cukup bervariasi berdasarkan fungsinya, misalnya organ diantaranya adalah jantung berperan untuk peredaran darah otak berperan sebagai pusat kendali sistem syaraf, dan paru-paru berperan sebagai pertukaran antara oksigen dan karbon dioksida. Gambar 6., menerangkan tentang organ jantung.

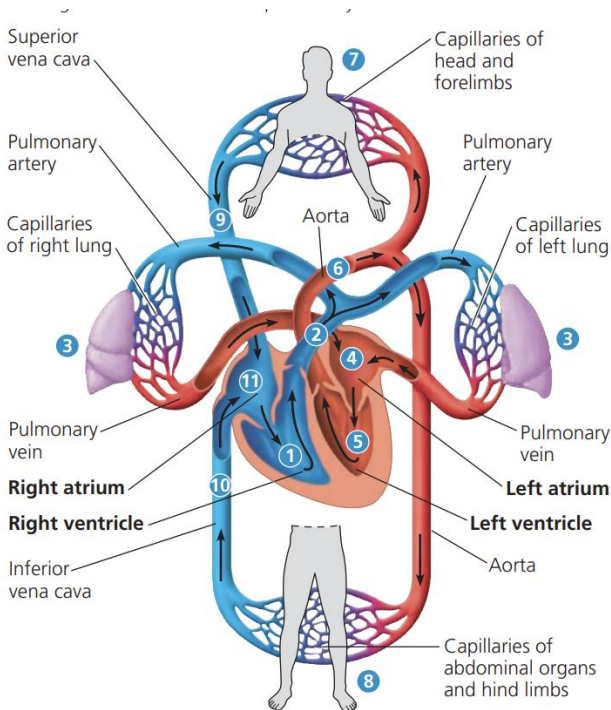


Gambar 6. Organ Jantung (Campbel, 2017)

2.3.4 Sistem Organ

Sistem organ adalah kumpulan organ-organ yang saling berinteraksi dan bekerja sama dalam menjalankan fungsi-fungsi tertentu dalam tubuh makhluk hidup. Setiap sistem organ memiliki peran penting dalam memelihara keseimbangan dan kelangsungan hidup organisme. Kerjasama antar sistem organ memungkinkan organisme untuk bertahan hidup, tumbuh, berkembangbiak, dan beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya.

Dalam tubuh manusia terdapat beberapa sistem utama yang meliputi sistem peredaran darah, sistem saraf, sistem pencernaan dan sistem pernafasan. Sebagai salah satu contoh sistem organ adalah sistem peredaran darah yang memiliki tanggungjawab untuk mengedarkan oksigen dan sari makanan ke seluruh tubuh. Gambar 7. menerangkan mengenai sistem peredaran darah.



Gambar 7. Sistem Peredaran Darah (Campbel, 2017)

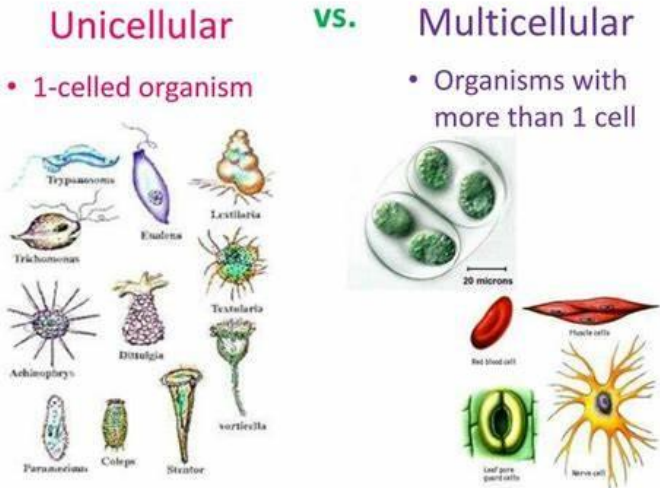
Integrasi antar sistem organ dapat terjadi dalam tubuh kita. Sebagai contoh adalah respon tubuh terhadap suhu eksternal yang berubah, saat tubuh kita terpapar suhu rendah maka sistem saraf dan sistem endokrin akan mengaktifkan mekanisme pengaturan suhu tubuh sehingga suhu tubuh internal tetap stabil. Adapun jenis respon yang terlihat adalah tubuh akan menggigil sehingga menghasilkan panas tambahan dan pembuluh darah dipermukaan kulit menjadi lebih sempit untuk mengurangi hilangnya panas dari tubuh.

Manfaat yang diberikan dalam memahami fungsi dan peran dari setiap sistem organ adalah meningkatkannya kemampuan untuk mengidentifikasi masalah kesehatan secara dini, memahami proses biologi yang kompleks dan membantu pengembangan teknologi medis dan ilmu kedokteran.

2.3.5 Organisme

Organisme adalah makhluk hidup yang tersusun dari sel-sel, jaringan-jaringan, organ-organ, dan sistem organ-sistem organ yang saling berinteraksi dalam satu kesatuan dalam menjalankan fungsi kehidupan. Organisme dapat tersusun dari satu sel (uniseluler) dan banyak sel (multiseluler). Contoh organisme (Gambar 8.)

Namun demikian dalam proses reproduksi sel, keduanya dapat terjadi secara seksual dan/atau aseksual. Reproduksi sel seksual melibatkan penyatuan dua sel atau gamet yang berbeda untuk membentuk sel keturunan baru dan memiliki kombinasi genetik yang berbeda dengan induknya, umumnya mewarisi separuh dari gen masing-masing induknya. Sedangkan reproduksi aseksual melibatkan satu sel yang kemudian membelah menjadi dua sel anakan yang memiliki sifat yang identik dengan sel induknya (klon) dengan variasi genetik yang rendah.



Gambar 8. Uniseluler dan Multiseluler

2.3.6 Populasi

Populasi adalah kumpulan organisme-organisme dari spesies yang sejenis yang hidup bersama dalam suatu wilayah tertentu dan waktu tertentu. Populasi memiliki ciri-ciri tertentu, seperti ukuran populasi, densitas populasi, pola penyebaran populasi, laju pertumbuhan populasi, dan struktur umur populasi. Kita akan lebih mudah mengenai populasi karena istilah populasi ini sering digunakan dalam kependudukan, yaitu populasi manusia. Demikian pula di alam terbuka yang paling mudah dikenali adalah hewan yang serin berkompok misalnya populasi gajah, populasi rusa, populasi banteng dan sebagainya.

2.3.7 Komunitas

Komunitas adalah kumpulan beberapa populasi dari beberapa spesies yang berbeda dan hidup bersama dalam suatu wilayah tertentu pada waktu tertentu. Komunitas memiliki interaksi antara anggotanya, seperti kompetisi dan predasi. Tentunya interaksi didalam komunitas ini akan menentukan dampak terhadap struktur dan organisasi kehidupan.

2.3.8 Ekosistem

Ekosistem adalah satuan kehidupan yang lebih luas, karena tidak hanya melibatkan komunitas-komunitas yang sifatnya biotik saja melainkan juga meliputi faktor lingkungan yang sifatnya abiotik, seperti iklim, tanah dan air. Faktor biotik dan abiotik saling berinteraksi didalam ekosistem dan mempengaruhi satu sama lainnya.

Ekosistem merupakan sistem yang kompleks dan bersifat dinamis yang dapat dilihat dari perubahan komposisi spesiesnya dan aliran energi serta siklus materi didalamnya. Interaksi dalam ekosistem dapat terjadi diantara berbagai organisme dalam komunitas seperti predator dan mangsa, produsen dan konsumen, serta hubungan simbiosis antara dua spesies yang berbeda (mutualisme, komensalisme, maupun parasitisme). Interaksi dalam ekosistem tersebut akhirnya membangun jaring makanan dan jarrng ekologi yang kompleks. Dalam interaksi tersebut terjadi aliran energi dan nutrisi melalui rantai makanan dari satu organisme ke organisme lainnya. Pentingnya mempelajari ekosistem adalah untuk mengetahui terjadinya perubahan pada satu spesies maupun populasi suatu organisme. Sebagai contoh, peningkatan populasi predator tertentu dapat mengurangi jumlah mangsanya dan membuat spesies lain dari mangsa tersebut berlimpah. Perubahan pada satu spesies dalam ekosistem dapat menyebabkan efek domino yang mempengaruhi keseluruhan ekosistem.

Untuk memperoleh keseimbangan ekosistem maka perlu memahami kemampuan ekosistem untuk mencapai stabilitas dan mempertahankan kelangsungannya selama terjadi gangguan atau perubahan. Dengan demikian keseimbangan ekosistem ini diperoleh melalui pelibatan interaksi yang rumit dari berbagai proses ekologi seperti siklus biogeokimia, regenerasi sumber daya alam, dan mekanisme umpan balik (feedback) dalam jaring makanan. Salah satu contoh keseimbangan ekosistem adalah sistem kestabilan yang ada di

dalam hutan. Di hutan, produsen seperti pohon dan tumbuhan lain menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, sementara konsumen seperti hewan herbivora memakan tumbuhan tersebut. Populasi predator, seperti hewan karnivora, mengontrol populasi hewan herbivora agar tidak melampaui batas sehingga hutan dapat tetap terjaga dengan baik.

Keseimbangan ekosistem tidak hanya diperoleh dari proses makan dan dimakan saja, akan tetapi dipengaruhi juga oleh berbagai macam gangguan atau perubahan akibat faktor-faktor eksternal, seperti perubahan iklim, polusi, atau aktivitas manusia. Gangguan aktivitas manusia merupakan sumber gangguan terbesar dalam mencapai keseimbangan ekosistem. Gangguan keseimbangan ekosistem dapat menjadikan sebuah bencana bagi keanekaragaman hayati dan layanan ekosistem. Oleh karena itu, menjadi hal yang sangat penting dalam membangun kesadaran dalam menjaga keseimbangan ekosistem untuk mendukung kelangsungan hidup seluruh makhluk hidup di bumi.

2.3.9 Lanskap

Sebuah lanskap merupakan mozaik dari keterbungan ekosistem (Campbel, 2017). Pendapat lain mendefinisikan lanskap sebagai "area yang heterogen terdiri dari sekelompok ekosistem yang berinteraksi secara serupa sepanjang waktu (Crowley, 1989). DAS (Daerah Aliran Sungai) adalah unit tingkat lanskap yang nyaman untuk studi dan manajemen skala besar karena biasanya memiliki batas alami yang dapat diidentifikasi.

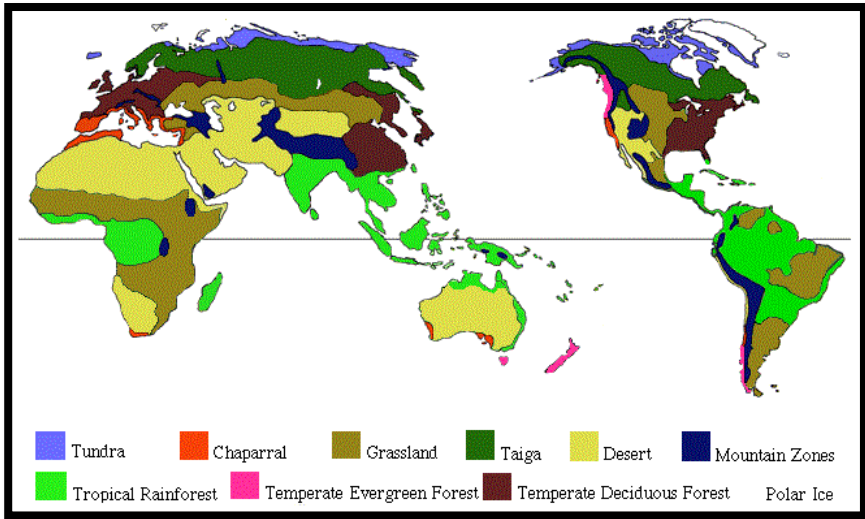
Struktur lanskap merujuk pada tipe, distribusi, dimensi, dan bentuk komponen yang membentuk lanskap. Lanskap ini berada diantara ekosistem dan bioma karena didalam lanskap meliputi imbal jasa jasa lingkungan, termasuk produksi (makanan, pakaian, kayu, energi), habitat (tempat tinggal bagi keanekaragaman hayati), regulasi (berbagai siklus di biosfer dan atmosfer), dan informasi (keindahan, rekreasi, budaya).

Lanskap berfungsi dalam mendistribusi energi, materi, dan spesies dipengaruhi oleh perbedaan dalam struktur lanskap. Struktur lanskap dibagi menjadi fragmen (pemecahan), matriks (bahan dasar) dan koridor (jalur penghubung). Fragmen adalah area homogen yang dapat dibedakan dari area di sekitarnya, matriks adalah fragmen yang mendominasi, sedangkan koridor adalah fragmen yang berbentuk memanjang. Pada intinya sebuah struktur lanskap dapat mengalami perubahan karena adanya gangguan, dan perubahan ini akan berdampak pada komposisi spesies.

2.3.10 Bioma

Bioma adalah wilayah yang didalamnya terdapat produsen, konsumen dan pengurai dengan sifat geografis atau iklim yang sama. Umumnya bioma terdiri atas beberapa ekosistem dengan elemen regional yang besar namun memiliki komunitas tumbuhan dan hewan yang khas. Dalam hal ini kondisi bioma sangat dipengaruhi oleh iklim, letak geografis, garis lintang, dan letak permukaan laut.

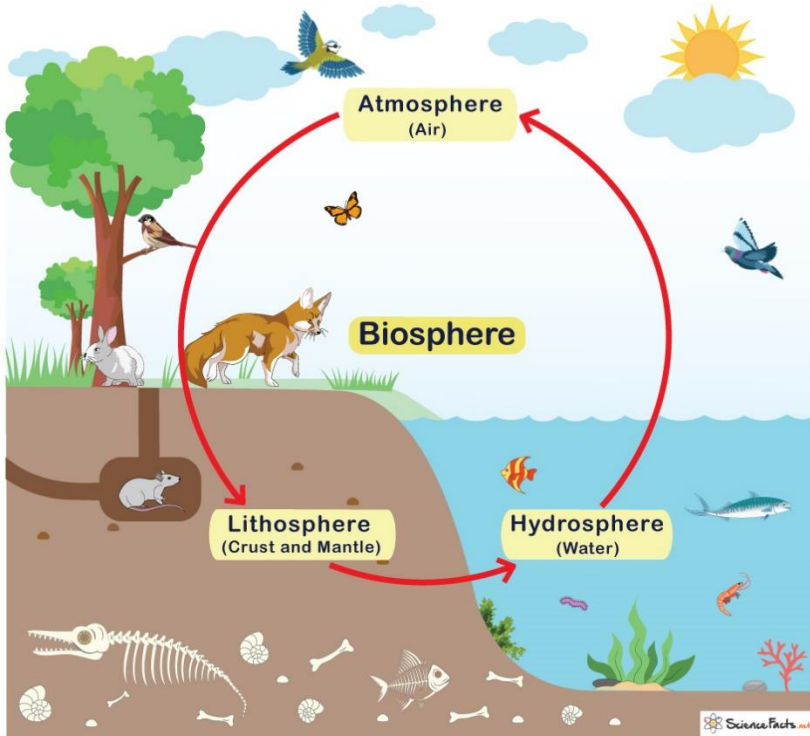
Bioma juga dapat dikatakan sebagai tingkat organisasi tertinggi dari materi penyusun kehidupan di permukaan bumi, karena wilayahnya meliputi satuan wilayah yang luas dengan ciri tumbuhan tertentu yang dominan diwilayahnya. Contohnya adalah bioma gurun yang didominasi oleh tanaman Kaktus dan sukulen, Bioma hutan hujan tropis yang hijau dengan strata pepohonan yang beragam hingga tumbuhan epifitnya, Bioma taiga yang didominasi oleh tumbuhan konifer, Bioma tundra yang didominasi tumbuhan lumut, dan lainnya. Adapun persebarannya dapat dilihat pada Gambar 10 (Ritter, n.d.).



Gambar 11. Peta persebaran bioma di dunia (Ritter, n.d.)

2.3.11 Biosfer

Biosfer adalah sistem kehidupan terbesar yaitu sistem yang merupakan gabungan seluruh ekosistem yang ada di dunia yang terdiri dari komponen biotik dan abiotik serta interaksi didalamnya sehingga timbul ketergantungan satu sama lainnya. Cakupan biosfer merupakan bagian dari sistem bumi yang meliputi atmosfer (lapisan udara), hidrosfer (lapisan air), dan litosfer (lapisan tanah) (Anon., 2023).



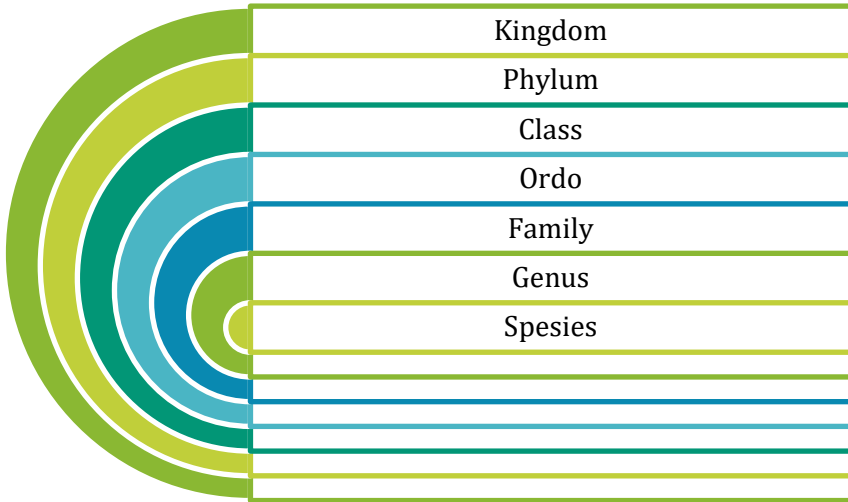
Gambar 12. Biosfer (Anon., 2023)

2.4 Klasifikasi Organisme

Klasifikasi organisme dikenal dalam bahasa biologi sebagai taksonomi. Taksonomi ini merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang pembagian dan pengelompokan organism ke dalam kategori berdasarkan kesamaan sifat. Tentunya tujuan dari pengklasifikasi ini akan membantu dalam mengidentifikasi, mengelompokan dan memahami keragaman organisme di dunia.

Konsep penting dalam melakukan klasifikasi organisme yaitu mengenal unit-unit dasar dalam sistem klasifikasi yang dikenal dengan taksa atau takson. Taksa atau takson merupakan tingkatan taksonomi bertugas untuk membentuk hirarki yang

dimulai dari tingkat terendah (spesies) hingga tingkat tertinggi (domain).



Gambar 13. Tingkatan taksonomi.

Dasar untuk melakukan klasifikasi dalam organisme tentunya diambil dari persamaan karakteristik tertentu misalnya morfologi, karakteristik genetik, perilaku maupun Sejarah evolusi (filogeni). Sistem klasifikasi organisme merupakan alat penting dalam biologi, khususnya ekologi untuk membantu dalam mengorganisasikan organisme dan memberikan petunjuk untuk memahami kehidupan di bumi. Adapun tujuan utamanya adalah berperan penting dalam pelestarian dan perlindungan keanekaragaman hayati.

Daftar Pustaka

- Anon., 2023. *www.sciencefacts.net*. [Online] Available at: [/www.sciencefacts.net/wp-content/uploads/2023/03/Biosphere.jpg](http://www.sciencefacts.net/wp-content/uploads/2023/03/Biosphere.jpg)[Accessed 15 10 2023].
- Campbel, 2017. *Biology*. 11th ed. New York: Pearson .
- Crowley, J., 1989. *Landscape Ecology*, by R.T.T. Forman & M. Godron. John Wiley & Sons, 605 Third Avenue, New York, NY 10158, USA: Xix 620 pp., figs & tables, 24 × 17 × 3.5 cm, hardbound, US \$38.95. *Environmental Conservation*, Volume 16(1), pp. 90-90.
- Karp, G., 2010. *Cell and Molecular Biology, Concepts and Experiments*. 6th edition ed. Denvers, USA: Jhon Wiley and Sons,Inc..
- Odum, E. P. & Barret, G. W., 1971. *Fundamental of Ecology*. 5th Edition ed. Philadelphia: Saunders.
- Prasetyo, L. B., 2017. *Pendekatan Ekologi Lanskap untuk Konservasi Biodiversitas*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Ritter, M., n.d. *digitalpencil.org*. [Online] Available at: www.digitalpencil.org/projects_Allgrades/aroundtheworld/biomes/Images/BiomeOfWorldMap.gif [Accessed 15 10 2023].

BAB II

Energi Dalam Kehidupan Organisme

Oleh Dharmawaty M. Taher

2.1 Pendahuluan

Organisme, baik uniseluler maupun multiseluler, memerlukan setidaknya dua hal dari lingkungannya: (1) materi atau bahan mentah untuk memelihara sel dan membangun sel baru, dan (2) energi untuk membantu proses tetap hidup, tumbuh, dan bereproduksi (melawan entropi). Energi dan bahan baku dapat berasal dari berbagai sumber. Organisme fotosintetik misalnya, terutama menyerap energi dari sinar matahari dan memperoleh bahan mentah untuk konstruksi biomolekul dari sumber non-organik seperti CO_2 . Sebaliknya, organisme lain memperoleh bahan mentah untuk membuat biomolekul dari bahan kimia yang tidak terkait dengan sumber energi kimia tersebut dan mengandalkan interaksi redoks dengan molekul kecil dan/atau logam tereduksi untuk mendapatkan energi. Sementara itu, beberapa organisme

(termasuk kita sendiri) telah mengembangkan metode untuk memperoleh energi dan bahan mentah.

Kebutuhan energi organisme sebagian besar dipenuhi dengan memperoleh biomolekul (makanan), dan mengolahnya dalam kelompok reaksi kimiawi dalam sel yang disebut respirasi sel. Respirasi seluler adalah proses 'pembakaran' terkontrol dimana karbohidrat bereaksi dengan oksigen (karbohidrat teroksidasi), menghasilkan karbon dioksida dan air. Jika kita membandingkan kandungan energi dalam jumlah yang setara antara karbohidrat ditambah oksigen dengan karbon dioksida ditambah air, terdapat energi yang jauh lebih sedikit dalam karbon dioksida ditambah air. Jika kita membakar karbohidrat dalam api maka hasilnya adalah perbedaan energi yang dilepaskan dalam bentuk panas dan cahaya.

Peristiwa respirasi sel, memberi hasil yang berbeda yaitu menghasilkan lebih sedikit energi yang dilepaskan dalam bentuk panas, dan tidak ada energi yang dilepaskan dalam bentuk cahaya, karena sebagian energi 'ditangkap' dalam bahan kimia, khususnya yang disebut ATP. Banyak orang berpikir bahwa respirasi sel mengubah materi menjadi energi karena produk reaksinya (karbon dioksida dan air) adalah gas yang tidak terlihat. Pada proses ini, komponen awal hidrogen, oksigen, dan karbon masih ada tetapi distribusinya berbeda satu sama lain. Energi asli masih ada, namun sekarang disimpan dalam ATP yang dihasilkan dan energi panas dilepaskan. Energi yang diperoleh setiap organisme berasal dari mekanisme rantai makanan. Rantai makanan merupakan sebuah proses mentransfer energi makanan dari tumbuhan melalui serangkaian organisme atau tingkat makanan. Perpindahan energi terjadi sebanyak 80-90% sebagai panas, sehingga membatasi 4-5 tahap dalam rantai makanan. Sederhananya, semakin pendek rantai makanan, semakin banyak energi yang dapat diakses.

2.2 Energi Fotosintesis

Proses Fotosintesis: Mengubah Cahaya menjadi Energi Kimia. Fotosintesis adalah salah satu proses biokimia paling penting yang terjadi di alam, yang memungkinkan tumbuhan, alga, dan beberapa bakteri untuk mengonversi cahaya matahari menjadi energi kimia yang dapat digunakan oleh sel. Proses ini berperan dalam penyediaan makanan dan oksigen yang dibutuhkan oleh hampir semua organisme di Bumi. Mari kita eksplorasi proses fotosintesis secara lebih mendalam.

2.2.1 Tahap Penangkapan Cahaya (Tahap Reaksi Terang)

Proses fotosintesis dimulai dengan tahap penangkapan cahaya, yang terjadi di dalam kloroplas yang dikenal dengan tahapan reaksi terang organel yang mengandung pigmen hijau yang disebut klorofil. Klorofil adalah molekul yang sangat penting dalam fotosintesis karena mampu menangkap cahaya matahari. Ketika molekul klorofil menyerap cahaya matahari, elektron-elektron dalam molekul ini menjadi berenergi tinggi. Energi ini digunakan untuk memecah molekul air (H_2O) menjadi oksigen (O_2) dan ion hidrogen (H^+). Proses reaksi terang terjadi melalui tahapan sebagai berikut :

- a. Penangkapan cahaya :
 - Cahaya matahari ditangkap oleh pigmen klorofil (klorofil a dan klorofil b) dalam tilakoid membran.
 - Energi cahaya diserap oleh pigmen klorofil dan menyebabkan elektron pada pigmen ini mengalami pendaratan eksitasi (terangkat) ke tingkat energi yang lebih tinggi.
- b. Pembentukan transport elektron :
 - Elektron yang telah terangkat dari pigmen klorofil akan dipindahkan melalui serangkaian kompleks protein pada membran tilakoid yang disebut rantai transport elektron.
 - Selama perjalanan mereka, elektron kehilangan energi potensial yang digunakan untuk menghasilkan ATP.

c. Pembentukan Gradien Elektrokimia Proton (H^+):

- Selama perjalanan elektron melalui rantai transport, energi dilepaskan dan digunakan untuk memompa proton (H^+) melintasi membran tilakoid, menciptakan gradien elektrokimia proton dengan konsentrasi proton yang lebih tinggi di dalam tilakoid daripada di dalam stroma kloroplas.

d. Pembentukan Molekul ATP:

- Gradien elektrokimia proton yang dihasilkan berperan dalam sintesis ATP melalui enzim ATP synthase.
- ATP synthase memungkinkan proton untuk mengalir kembali ke stroma kloroplas, melepaskan energi yang digunakan untuk menggabungkan adenosine diphosphate (ADP) dan fosfat anorganik (P_i) menjadi molekul ATP.

e. Pembentukan NADPH:

- Selama perjalanan elektron melalui rantai transport, elektron yang telah kehilangan energi akan akhirnya ditransfer ke molekul akseptor elektron terakhir, yaitu $NADP^+$ (Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate).
- Elektron yang ditransfer ke $NADP^+$ mengurangi molekul ini menjadi NADPH, yang merupakan kofaktor yang mengandung energi untuk reaksi kimia selanjutnya dalam tahap terang.

Hasil riset menunjukkan bahwa cara utama untuk meningkatkan efisiensi fotosintesis adalah dengan mengoptimalkan reaksi terang, termasuk meningkatkan penyerapan dan konversi cahaya, mempercepat pemulihan pendinginan non-fotokimia, memodifikasi enzim dalam siklus Calvin, memperkenalkan mekanisme konsentrasi karbon ke dalam tanaman C_3 , membangun kembali jalur fotorespirasi, sintesis *de novo*, dan mengubah konduktansi stomata. Perkembangan ini menunjukkan bahwa terdapat ruang yang

signifikan untuk perbaikan dalam proses fotosintesis, memberikan dukungan untuk meningkatkan hasil panen dan memitigasi perubahan kondisi iklim (Ruiqi L. *et al.*, 2023).

2.2.2 Tahap Reaksi Gelap

Tahap reaksi gelap, yang juga dikenal sebagai siklus Calvin, terjadi di dalam stroma kloroplas. Pada tahap ini, ion hidrogen (H^+) yang dihasilkan dari tahap penangkapan cahaya digunakan untuk menghasilkan molekul energi bernama ATP (adenosine triphosphate) dan NADPH (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate), yang akan digunakan dalam pembentukan glukosa.

Selama tahap ini, karbon dioksida (CO_2) diambil dari udara melalui stomata tumbuhan dan diikat dalam reaksi siklus Calvin dengan bantuan enzim ribulosa-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (RuBisCO). Reaksi ini menghasilkan senyawa organik sederhana, termasuk glukosa, yang merupakan sumber energi utama bagi tumbuhan. Tahapan dalam reaksi gelap sebagai berikut :

a. Fiksasi Karbon:

- Proses dimulai ketika tumbuhan menangkap karbon dioksida (CO_2) dari atmosfer dan memasukkannya ke dalam siklus Calvin-Benson. Ini adalah langkah pertama dalam mengubah CO_2 menjadi molekul organik.
- CO_2 diambil oleh enzim RuBisCO (Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase) dan diikat pada molekul karbon berlimpah yang disebut ribulosa-1,5-bisfosfat (RuBP). Ini menghasilkan dua molekul 3-fosfogliserat (3-PGA).

b. Reduksi 3-PGA:

- Molekul 3-PGA yang dihasilkan dari fiksasi karbon kemudian diubah menjadi molekul gliseraldehida-3-fosfat (G3P) melalui serangkaian reaksi yang memerlukan energi.

- Untuk mengubah 3-PGA menjadi G3P, ATP dan NADPH yang dihasilkan selama reaksi terang digunakan sebagai sumber energi dan tenaga pengurang (*reducing power*).
- c. Regenerasi RuBP :
- Sebagian besar G3P yang dihasilkan dalam tahap reduksi digunakan untuk meregenerasi molekul RuBP dalam siklus Calvin-Benson.
 - Regenerasi RuBP memerlukan energi tambahan dalam bentuk ATP yang dihasilkan selama tahap reaksi terang.
- d. Produksi Glukosa dan Senyawa Organik Lainnya:
- Sebagian kecil G3P yang dihasilkan dalam tahap reduksi dapat digunakan untuk menghasilkan molekul glukosa dan senyawa organik lainnya yang diperlukan oleh tumbuhan.
 - Untuk menghasilkan satu molekul glukosa, dibutuhkan penggabungan enam molekul G3P.
- e. Pengulangan Siklus:
- Proses Calvin-Benson adalah siklus, yang berarti langkah-langkah ini berulang terus-menerus untuk menghasilkan senyawa organik dalam jumlah yang cukup untuk pertumbuhan dan metabolisme tumbuhan.
 - Selama pengulangan siklus, sejumlah molekul G3P diproduksi, sebagian besar digunakan untuk regenerasi RuBP, dan sebagian kecil digunakan untuk sintesis glukosa dan senyawa organik lainnya.

Penting untuk dicatat bahwa reaksi gelap adalah tahap penting dalam fotosintesis karena menghasilkan senyawa organik yang merupakan sumber makanan dan energi bagi tumbuhan dan organisme lain yang bergantung pada tumbuhan. Proses ini juga membantu dalam pengurangan CO₂ atmosfer,

yang memiliki dampak positif pada mengurangi efek rumah kaca dan perubahan iklim.

2.2.3 Hasil dan Pembentukan Glukosa

Sebagai hasil dari fotosintesis, tumbuhan menghasilkan glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dan oksigen (O_2). Glukosa adalah sumber utama energi bagi tumbuhan, dan sebagian besar digunakan dalam metabolisme tumbuhan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Oksigen yang dihasilkan selama fotosintesis dilepaskan ke atmosfer sebagai produk sampingan yang sangat penting untuk kehidupan di Bumi, termasuk manusia.

Pada akhirnya, fotosintesis adalah proses yang kompleks dan sangat diatur secara biokimia, dan membutuhkan berbagai reaksi dan molekul intermediat untuk berhasil. Pemahaman dasar tentang tahap-tahapnya, terutama tahap penangkapan cahaya dan reaksi gelap, merupakan landasan yang penting dalam memahami bagaimana tumbuhan menghasilkan energi dan oksigen, serta bagaimana ekosistem berfungsi secara keseluruhan. Menurut Machin *et al.*, (2023) bahwa Perkembangan terkini di bidang fotosintesis buatan melalui katalisis, yang melibatkan berbagai jenis katalis yang digunakan dalam fotosintesis buatan, antara lain katalis homogen, katalis heterogen, dan biokatalis. Strategi yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan selektivitas reaksi katalitik yaitu melalui pemanfaatan bahan nano, sel fotoelektrokimia, dan rekayasa molekuler. Selain itu, saat ini juga telah berkembang teknologi terbaru yang berpotensi merevolusi penelitian hortikultura dan pertanian. Teknologi ini dikenal dengan *Carbon Quantum Dot* (CQD), salah satu teknologi berbasis nano berbasis karbon. CQD telah menarik banyak perhatian komunitas riset di bidang pertanian karena sifatnya yang luar biasa seperti perilaku fotoluminesensi yang baik, biokompatibilitas tinggi, transfer elektron yang diinduksi foto, biaya rendah, dan toksisitas rendah (Chowmasundaram, *et al.* 2023).

2.3 Energi dalam Sel

Jutaan reaksi kimia terjadi di ruang mikroskopis di dalam sel hidup, yang merupakan pabrik kimia skala kecil. Bila diperlukan, asam amino dapat dibentuk dari gula untuk membentuk protein. Protein, sebaliknya, dipecah selama pencernaan menjadi asam amino yang dapat diubah menjadi gula. Pada organisme multiseluler, sejumlah besar sel mengeluarkan bahan kimia yang digunakan oleh organel lain. Respirasi seluler, mengambil energi dari bahan bakar seperti gula dan sumber lainnya untuk menggerakkan berbagai aktivitas seluler. Energi ini digunakan oleh sel untuk berbagai tugas, termasuk memindahkan zat terlarut antara bagian intra maupun inter seluler.

Energi seluler diperoleh dari makanan yang dikonsumsi oleh organisme heterotrofik, yaitu organisme yang bergantung pada sumber makanan organik dan tidak dapat mengubah zat anorganik menjadi senyawa organik. Dimulai dari energi potensial berupa energi kimia pada makanan, energi tersebut akan diubah menjadi energi panas dan energi kinetik/gerakan melalui aktivitas makhluk hidup tersebut. Organel sel adalah tempat terjadinya konversi energi. Organisme heterotrof (makhluk hidup yang tidak mampu mengubah senyawa anorganik menjadi senyawa organik) memanfaatkan energi yang diperoleh dari makanan yang dikonsumsi. Energi ini akan mengalami transformasi mulai dari energi potensial berupa energi kimia makanan menjadi energi panas dan energi kinetik/gerak di dalam organel sel.

2.4 Metabolisme Seluler

Metabolisme mencakup serangkaian reaksi yang terjadi di dalam sel organisme hidup untuk mempertahankan kehidupan. Proses metabolisme mencakup banyak jalur seluler yang saling berhubungan yang pada akhirnya menyediakan energi yang dibutuhkan sel untuk menjalankan fungsinya. Pada eukariota, metabolisme terjadi di sitosol dan mitokondria sel dengan

menggunakan glukosa atau asam lemak yang menyediakan sebagian besar energi seluler pada hewan (Judge and Dodd, 2020).

Organisasi Kimia Kehidupan menjadi Jalur Metabolik Kita dapat menggambarkan metabolisme sel sebagai peta jalan yang rumit dari ribuan reaksi kimia yang terjadi di dalam sel, disusun sebagai jalur metabolisme yang berpotongan. Jalur metabolisme dimulai dengan molekul tertentu, yang kemudian diubah dalam serangkaian langkah yang melibatkan enzim sebagai katalisator untuk menghasilkan produk tertentu.

Metabolisme secara keseluruhan mengatur materi dan energi sumber daya sel. Beberapa jalur metabolisme melepaskan energi dengan memecah molekul kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses degradasi ini disebut jalur katabolik, atau jalur pemecahan atau perombakan. Jalur utama katabolisme adalah respirasi sel, dimana gula glukosa dan bahan organik lainnya dipecah menggunakan oksigen menjadi karbon dioksida dan air.

Sebaliknya, jalur anabolik menghabiskan energi untuk membangun molekul kompleks dari molekul sederhana, biasanya disebut juga jalur biosintetik. Contoh anabolisme adalah sintesis asam amino dari molekul yang lebih sederhana dan sintesis protein dari asam amino. Katabolik dan jalur anabolik adalah jalur “menurun” dan “menanjak” jalan dari proses metabolisme. Energi yang dilepaskan dari reaksi menurun dari jalur katabolik dapat disimpan dan kemudian digunakan untuk menggerakkan reaksi menanjak dari jalur anabolik. Proses metabolisme seluler pada organisme eukariotik dapat digambarkan sebagai berikut :

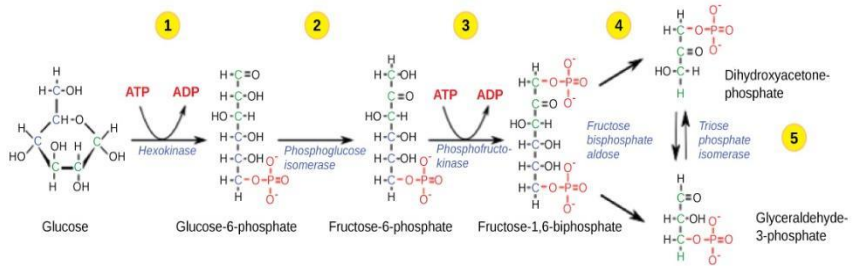
2.4.1 Glikolisis

Rute metabolisme adalah rantai peristiwa biologis yang saling berhubungan. Tahap pertama respirasi sel pada spesies yang melakukannya adalah glikolisis. Glikolisis adalah proses mengekstraksi energi dari glukosa dengan memecahnya

menjadi dua molekul tiga karbon yang dikenal sebagai piruvat. Glikolisis adalah jalur metabolisme kuno, yang berarti telah berkembang sejak lama dan ditemukan pada sebagian besar spesies yang hidup saat ini. Glikolisis tidak memerlukan oksigen dan terlihat pada banyak organisme anaerobik (organisme yang tidak menggunakan oksigen). Glikolisis dianggap sebagai salah satu jalur metabolisme pertama yang muncul.

Tahapan glikolisis terdiri dari 10 langkah yang berfokus pada pemrosesan glukosa untuk ekstraksi energi dari bahan bakar organik dan konversi karbon dalam glukosa menjadi banyak biomolekul lain (beberapa di antaranya merupakan prekursor penting bagi banyak biomolekul yang jauh lebih kompleks).

- Langkah 1. Langkah ini melibatkan transfer gugus fosfat dari [textATP] ke glukosa, menghasilkan glukosa-6-fosfat. Glukosa-6-fosfat lebih reaktif dibandingkan glukosa, dan penambahan fosfat membatasi glukosa di dalam sel karena glukosa dengan fosfat tidak dapat melewati membran dengan mudah.
- Langkah 2. Konversi glukosa-6-fosfat menjadi isomernya, fruktosa-6-fosfat.
- Langkah 3. Transfer gugus fosfat dari ATP diubah menjadi fruktosa-6-fosfat, menghasilkan fruktosa-1,6-bifosfat. Enzim fosfofruktokinase mengkatalisis langkah ini, yang dapat dikontrol untuk mempercepat atau memperlambat jalur glikolisis.
- Langkah 4. Fruktosa-1,6-bifosfat dipecah menjadi dua gula tiga karbon: dihidroksiaseton fosfat (DAHP) dan gliseraldehida-3-fosfat yang merupakan isomer satu sama lain, tetapi hanya satu—gliseraldehida-3-fosfat—yang dapat langsung melalui langkah glikolisis berikutnya.
- Langkah 5. konversi DAHP menjadi gliseraldehida-3-fosfat.



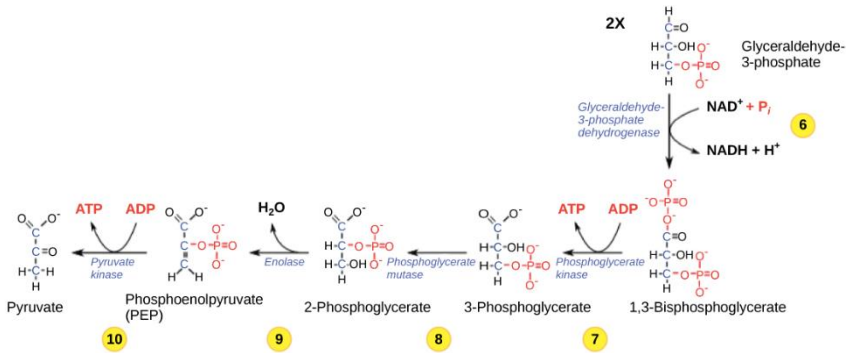
Gambar 1. Tahapan pertama glikolisis menggunakan dua molekul ATP dalam fosforilasi glukosa, yang kemudian dipecah menjadi dua molekul tiga karbon.

Sumber : www.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/glycolysis/a/glycolysis

- Langkah 6. Dua setengah reaksi terjadi secara bersamaan: 1) Gliseraldehida-3-fosfat dioksidasi (salah satu dari gula tiga karbon yang dihasilkan pada fase awal), dan 2) NAD^+ direduksi menjadi NADH dan H^+ . Reaksi secara keseluruhan bersifat eksergonik, menghasilkan energi yang kemudian digunakan untuk memfosforilasi molekul, menghasilkan 1,3-bifosfogliserat.
- Langkah 7. Salah satu gugus fosfat dari 1,3-bifosfogliserat disumbangkan ke ADP, menghasilkan molekul ATP dan mengubahnya menjadi 3-fosfogliserat.
- Langkah 8. konversi 3-fosfogliserat menjadi isomernya, 2-fosfogliserat.
- Langkah 9. 2-fosfogliserat kehilangan molekul air dan berubah menjadi fosfoenolpiruvat (PEP). PEP adalah molekul tidak stabil sehingga akan kehilangan gugus fosfatnya pada fase akhir glikolisis.
- Langkah 10. PEP dengan cepat menyumbangkan gugus fosfatnya ke ADP, menghasilkan ATP.

Pada bagian akhir dari proses glikolisis, kita hanya mempunyai dua molekul ATP, dua molekul NADH dan dua

molekul piruvat. Jika oksigen tersedia, piruvat dapat dipecah (dioksidasi) hingga menjadi karbon dioksida dalam respirasi sel, menghasilkan banyak molekul ATP.



Gambar 2. Tahap kedua glikolisis melibatkan fosforilasi tanpa investasi ATP (langkah 6) dan menghasilkan dua molekul NADH dan empat ATP per glukosa.

Sumber : www.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/glycolysis/a/glycolysis

2.4.2 Siklus Krebs

Siklus Krebs memiliki dua tujuan mendasar. Salah satu contohnya adalah sintesis molekul perantara yang digunakan dalam pembuatan zat seperti asam amino dan asam lemak. Yang lainnya adalah produksi ATP dalam jumlah besar, yang memasok energi untuk berbagai proses sintetik.

Siklus Krebs, juga dikenal sebagai siklus asam sitrat atau siklus asam sitrat-AS, adalah salah satu fase utama dalam metabolisme sel yang berkontribusi terhadap produksi ATP (adenosin trifosfat). Tahapan siklus Krebs dan reaksi enzimatiknya adalah sebagai berikut:

Dengan adanya oksigen, asam piruvat terpecah menjadi molekul CO_2 dan dua atom hidrogen, menghasilkan pembentukan asetil-koenzim A (asetil-KoA). Asetil-KoA terbentuk sebagai produk sampingan dari peristiwa katabolisme sebelumnya yang mendegradasi asam lemak,

glukosa, atau asam amino. Asetil-KoA adalah bahan kimia yang memasuki siklus dengan dua atom karbon.

Ketika molekul Asetil-KoA memasuki mitokondria, siklus Krebs dimulai. Asetil-KoA bergabung dengan oksaloasetat, molekul atom empat karbon, untuk menghasilkan sitrat (asam sitrat). Enzim sitrat sintase mengkatalisis reaksi ini. Sitrat selanjutnya mengalami berbagai proses oksidasi. Pada setiap pergantian siklus ini, salah satu karbon dalam asetil-KoA dilepaskan sebagai karbon dioksida (CO_2), menghasilkan energi dan mengurangi jumlah atom karbon dalam siklus tersebut. Reaksi ini menghasilkan NADH dan FADH₂, keduanya mengangkut elektron ke rantai transpor elektron.

Molekul oksaloasetat sisa dibuat setelah berbagai proses. Siklus Krebs diakhiri dengan fase ini. Pada siklus berikutnya, oksaloasetat dapat digunakan kembali untuk dicampur dengan asetil-KoA. Enzim utama yang terlibat dalam siklus ini adalah :

- a. Asetil-KoA (koenzim A) : Sejenis asam lemak.
- b. Sitrat Sintase: Enzim ini mengkatalisis proses yang menghasilkan sitrat dengan mencampurkan asetil-KoA dan oksaloasetat.
- c. Isositrat dehidrogenase mengkatalisis konversi isositrat menjadi -ketoglutarat. NADH diproduksi selama proses ini.
- d. Ketoglutarat Dehidrogenase mengkatalisis konversi ketoglutarat menjadi suksinil-KoA. Proses ini juga menghasilkan NADH.
- e. Sukkinat Sintetase: Enzim ini mengkatalisis konversi sukkinil-KoA menjadi sukkinat.
- f. Sukkinat Dehidrogenase mengkatalisis reaksi yang mengubah sukkinat menjadi fumarat, menghasilkan FADH₂.
- g. Fumarase: Enzim ini mengkatalisis hidrasi fumarat, mengubahnya menjadi malat.

- h. Malat Dehidrogenase: Enzim ini mengkatalisis oksidasi malat menjadi oksaloasetat, yang menghasilkan produksi NADH.

Setelah satu putaran siklus Krebs, untuk setiap molekul asetil-KoA yang memasuki siklus, dihasilkan dua molekul CO_2 , tiga molekul NADH, satu molekul FADH_2 , dan satu molekul ATP. Semua molekul NADH dan FADH_2 ini kemudian digunakan dalam rantai transpor elektron untuk menghasilkan lebih banyak ATP dalam proses fosforilasi oksidatif. Siklus Krebs juga menghasilkan oksaloasetat yang dapat digunakan kembali untuk memulai siklus berikutnya.

2.4.3 Rantai Transport Elektron (ETC)

Rantai transport elektron (RTE) adalah salah satu tahap penting dalam proses metabolisme sel yang terutama terjadi di mitokondria eukariotik dan membran sel bakteri. RTE berperan dalam menghasilkan energi kimia yang disimpan dalam bentuk ATP (adenosine triphosphate) melalui oksidasi zat-zat makanan seperti glukosa dan lemak. Berikut adalah penjelasan lengkap tentang RTE dalam proses metabolisme :

- a. NADH dan FADH_2 :
 - Selama metabolisme, molekul-molekul makanan seperti glukosa dan asam lemak dipecah menjadi senyawa-senyawa seperti NADH (nikotinamida adenine dinucleotide) dan FADH_2 (flavin adenine dinucleotide) melalui glikolisis, siklus asam sitrat, dan reaksi oksidasi lainnya.
- b. Kompleks I (NADH dehydrogenase):
 - NADH yang dihasilkan dari reaksi oksidasi zat makanan, seperti glikolisis dan siklus asam sitrat, mengirimkan elektron ke kompleks I.
 - Kompleks I adalah protein membran yang menerima elektron dan memompa ion hidrogen (proton) dari

matriks mitokondria ke ruang intermembran. Ini menciptakan gradien elektrokimia.

- c. Serangkaian sitokrom dan koenzim Q:
 - Elektron yang diterima oleh kompleks I mengalir melalui serangkaian protein sitokrom (terutama sitokrom b dan c) dan molekul koenzim Q (ubiquinone).
 - Serangkaian ini berperan dalam menghantarkan elektron ke kompleks II.
- d. Kompleks II (Succinate Dehydrogenase):
 - Kompleks II menerima elektron dari FADH₂, yang dihasilkan selama siklus asam sitrat.
 - Elektron dari FADH₂ dilewatkan ke serangkaian sitokrom dan koenzim Q.
- e. Kompleks III (Sitokrom bc₁ kompleks):
 - Kompleks III menerima elektron dari koenzim Q dan mengalirkannya ke kompleks IV.
 - Selama proses ini, kompleks III juga memompa proton (H⁺) ke ruang intermembran mitokondria.
- f. Kompleks IV (Sitokrom c Oxidase):
 - Kompleks IV menerima elektron dari kompleks III dan mengalirkannya ke akseptor akhir, yaitu oksigen (O₂).
 - Reaksi ini menghasilkan air (H₂O) sebagai produk sampingan.
- g. Pompa proton:
 - Selama perjalanan elektron melalui kompleks I, III, dan IV, ion hidrogen (proton) dipompa ke dalam ruang intermembran mitokondria. Ini menciptakan gradien proton antara ruang intermembran dan matriks mitokondria.

- h. ATP Synthase (Kompleks V):
- ATP synthase adalah enzim yang terdapat di membran dalam mitokondria.
 - Gradien proton yang dihasilkan selama RTE digunakan oleh ATP synthase untuk menghasilkan ATP melalui fosforilasi oksidatif.
- i. Pemanfaatan ATP:
- ATP yang dihasilkan selama RTE digunakan oleh sel untuk berbagai proses seluler, termasuk kontraksi otot, sintesis protein, dan transport zat-zat melintasi membran sel.

RTE adalah salah satu proses kunci dalam metabolisme sel yang mengubah energi kimia dari molekul makanan menjadi energi kimia dalam bentuk ATP. Proses ini juga menciptakan gradien proton yang digunakan untuk menghasilkan ATP melalui ATP synthase. Seluruh rantai transport elektron ini merupakan bagian integral dari produksi energi di dalam sel.

2.4.4 Fosforilasi Oksidatif

Fosforilasi oksidatif adalah salah satu tahap utama dalam metabolisme seluler yang terlibat dalam produksi energi. Proses ini terjadi di mitokondria pada eukariota dan dalam membran plasma pada beberapa prokariota. Fosforilasi oksidatif menghasilkan ATP (adenosin trifosfat), yang merupakan mata uang energi seluler utama. Berikut adalah penjelasan lengkap tentang fosforilasi oksidatif dan ATP yang dihasilkan:

- a. Respirasi Seluler: Proses fosforilasi oksidatif terkait erat dengan respirasi seluler. Respirasi seluler adalah rangkaian reaksi biokimia yang menguraikan molekul makanan, seperti glukosa, untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP. Ada tiga tahap utama dalam respirasi seluler: glikolisis, siklus asam sitrat (siklus Krebs), dan fosforilasi oksidatif.

- b. **Proton Pumping:** Proses fosforilasi oksidatif dimulai dengan langkah penting yang disebut rantai transport elektron. Dalam rantai transport elektron, molekul-molekul seperti NADH dan FADH₂ mentransfer elektron melalui serangkaian protein dalam membran mitokondria atau membran plasma. Saat elektron bergerak melalui rantai, ion hidrogen (proton) dipompa keluar dari matriks mitokondria atau sitoplasma ke ruang antarmembran. Ini menciptakan perbedaan konsentrasi proton antara dua sisi membran, menghasilkan gradien elektrokimia.
- c. **ATP Synthase:** Proton-proton yang dipompa ke ruang antarmembran akan kembali ke matriks melalui protein transpor yang disebut ATP synthase. ATP synthase berperan sebagai mesin molekuler yang menghasilkan ATP. Ketika proton kembali ke matriks melalui ATP synthase, energi dari gradien elektrokimia digunakan untuk menggabungkan ADP (adenosin difosfat) dengan fosfat anorganik (Pi) menjadi ATP. Ini dikenal sebagai fosforilasi.
- d. **ATP yang Dihasilkan:** Setiap pasangan elektron yang bergerak melalui rantai transport elektron dapat menghasilkan sejumlah ATP. Namun, angka pasti berbeda tergantung pada molekul makanan yang digunakan dan berbagai faktor lainnya. Secara umum, setiap pasangan elektron yang berpartisipasi dalam proses ini dapat menghasilkan sekitar 3 molekul ATP.
- e. **Akhir Rantai Transport Elektron:** Akhir rantai transport elektron adalah oksigen (O₂). Oksigen adalah akseptor akhir elektron dalam proses ini dan menggabungkan dengan ion hidrogen untuk membentuk air. Oleh karena itu, fosforilasi oksidatif hanya dapat terus berjalan jika ada pasokan oksigen yang cukup dalam sel.

Fosforilasi oksidatif adalah proses utama yang menghasilkan ATP dalam sel eukariota dan beberapa

prokariota. Ini memungkinkan sel untuk memanfaatkan energi yang tersimpan dalam molekul makanan dengan cara yang sangat efisien dan menghasilkan ATP sebagai sumber energi untuk berbagai proses seluler, seperti kontraksi otot, pembelahan sel, transport aktif, dan banyak lagi.

2.5 Glukoneogenesis

Glukoneogenesis adalah proses biosintesis glukosa yang terjadi di dalam tubuh manusia dan hewan. Proses ini terjadi terutama dalam hati (liver) dan dalam tingkat yang lebih kecil dalam ginjal (kidney) sebagai respons terhadap kebutuhan tubuh akan glukosa ketika pasokan glukosa dari sumber makanan terbatas, seperti dalam keadaan puasa atau saat tubuh membutuhkan glukosa tambahan. Proses ini berlangsung melalui serangkaian reaksi kimia yang mengubah senyawa non-glukosa menjadi glukosa. Glukoneogenesis merupakan kebalikan dari glikolisis, proses yang menguraikan glukosa menjadi energi dan senyawa lainnya.

Proses glukoneogenesis melibatkan beberapa tahapan reaksi, dan beberapa senyawa berperan penting dalam proses ini, termasuk piruvat, oksaloasetat, fosfoenolpiruvat, dan gliserol. Beberapa senyawa sumber utama untuk glukoneogenesis adalah asam amino, laktat, dan gliserol. Berikut adalah tahapan utama dalam glukoneogenesis:

1. Konversi piruvat menjadi fosfoenolpiruvat (PEP): Piruvat dihasilkan dari berbagai sumber, termasuk asam amino dan laktat. Piruvat pertama-tama diubah menjadi oksaloasetat, yang kemudian diubah menjadi fosfoenolpiruvat (PEP) dengan penggunaan ATP. Reaksi ini merupakan tahap yang memerlukan energi.
2. Konversi fosfoenolpiruvat (PEP) menjadi 3-fosfoglisarat: PEP diubah menjadi senyawa 3-fosfoglisarat melalui serangkaian reaksi. Proses ini juga memerlukan ATP.
3. Konversi 3-fosfoglisarat menjadi glukosa: 3-fosfoglisarat akhirnya diubah menjadi glukosa melalui beberapa tahap

reaksi tambahan, termasuk konversi menjadi fruktosa-1,6-bisfosfat, yang kemudian dibelokkan menuju glukosa.

Selama proses glukoneogenesis, energi yang digunakan berasal dari ATP, GTP (guanosa trifosfat), dan NADH (nikotinamida adenin dinukleotida tereduksi). Oleh karena itu, proses ini merupakan reaksi anabolik yang memerlukan energi. ATP yang digunakan dalam glukoneogenesis diproduksi melalui berbagai jalur metabolisme dalam tubuh, seperti glikolisis, siklus Krebs, dan oksidasi beta asam lemak. ATP juga dapat diproduksi melalui oksidasi asam amino dalam hati.

Keseluruhan proses glukoneogenesis penting dalam menjaga kadar glukosa darah yang stabil dan memastikan bahwa tubuh memiliki pasokan glukosa yang cukup untuk fungsi-fungsi pentingnya, seperti otak yang sangat bergantung pada glukosa sebagai sumber energi. Proses ini sangat teratur dan dikendalikan oleh berbagai hormon, terutama glukagon dan insulin, serta oleh mekanisme regulasi enzimatik untuk menghindari gangguan dalam kadar glukosa darah yang berbahaya.

2.6 Glukogenolisis

Glukogenolisis adalah proses penguraian glukogen menjadi glukosa. Glukogen sendiri merupakan polimer glukosa yang disimpan dalam hati dan otot manusia. Proses glukogenolisis terjadi ketika tubuh membutuhkan glukosa tambahan untuk memenuhi kebutuhan energi, terutama saat kadar glukosa dalam darah turun, seperti selama puasa atau saat berolahraga intens. Berikut adalah langkah-langkah utama dalam proses glukogenolisis dan bagaimana ATP dihasilkan selama proses ini:

1. Fosforilasi glukogen:
 - Proses dimulai dengan enzim glukogen fosforilase yang menghapus satu unit glukosa pada akhir rantai

glukogen dan melepaskannya dalam bentuk glukosa-1-fosfat (G1P).

- Enzim ini membutuhkan energi dalam bentuk ATP untuk mengaktifkannya sebelum bisa memecah glukogen.
2. Konversi G1P menjadi G6P:
 - G1P kemudian diubah menjadi glukosa-6-fosfat (G6P) melalui enzim fosfoglukomutase. Proses ini memerlukan sedikit ATP.
 3. Glukosa-6-fosfat ke jalur glikolisis:
 - G6P yang dihasilkan selama glukogenolisis dapat digunakan untuk memasuki jalur glikolisis, yang merupakan proses metabolisme yang menghasilkan ATP melalui pemecahan glukosa menjadi piruvat.
 - Selama glikolisis, satu molekul glukosa menghasilkan dua molekul ATP dan dua molekul NADH, yang kemudian akan digunakan dalam siklus asam sitrat dan rantai transpor elektron untuk menghasilkan lebih banyak ATP.

Jadi, selama glukogenolisis, ATP digunakan pada tahap awal untuk mengaktifkan enzim glikogen fosforilase, tetapi seiring berjalannya proses, ATP juga dihasilkan saat glukosa-6-fosfat masuk ke dalam jalur glikolisis dan menghasilkan ATP melalui reaksi-reaksi berikutnya dalam metabolisme sel. ATP yang dihasilkan dalam proses ini adalah sumber energi yang diperlukan oleh sel untuk menjalankan berbagai aktivitas seluler.

2.7 Beta Oksidasi

Beta oksidasi adalah salah satu proses penting dalam metabolisme asam lemak, yang menghasilkan energi dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP). Proses ini terutama terjadi dalam mitokondria sel-sel tubuh dan merupakan cara utama

untuk menguraikan molekul-molekul asam lemak menjadi energi. Berikut adalah penjelasan lengkap tentang beta oksidasi dan ATP yang dihasilkan:

1. Tahapan Pertama - Aktivasi:

- Proses dimulai dengan aktivasi molekul asam lemak. Asam lemak dalam bentuk bebas atau esterifikasi menjadi asil-KoA (asam lemak yang terikat dengan koenzim A).

2. Tahapan Kedua - Siklus Beta Oksidasi:

- Asil-KoA kemudian memasuki siklus beta oksidasi. Dalam setiap siklus, dua atom karbon pertama dari rantai asam lemak dioksidasi.
- Enzim-enzim spesifik, seperti acyl-CoA dehydrogenase, enoyl-CoA hydratase, dan ketothiolase, berperan dalam mengubah molekul asil-KoA menjadi molekul yang lebih pendek dan menghasilkan molekul asetil-KoA.

3. Tahapan Ketiga - Pembentukan ATP:

- Setiap siklus beta oksidasi menghasilkan satu molekul asetil-KoA, satu molekul $FADH_2$ (flavin adenin dinukleotida tereduksi), dan satu molekul NADH (nikotinamida adenin dinukleotida tereduksi).
- Molekul asetil-KoA kemudian memasuki siklus asetil-KoA di dalam mitokondria, yang akan terlibat dalam siklus asam sitrat dan rantai transport elektron, menghasilkan ATP.
- $FADH_2$ dan NADH yang dihasilkan selama beta oksidasi juga akan terlibat dalam rantai transport elektron untuk menghasilkan ATP.
- Selama rantai transport elektron, elektron dari $FADH_2$ dan NADH dioksidasi, melepaskan energi yang digunakan untuk menghasilkan ATP melalui fosforilasi oksidatif.

Penting untuk diingat bahwa jumlah ATP yang dihasilkan dari setiap siklus beta oksidasi akan bervariasi tergantung pada

jenis asam lemak yang dioksidasi. Asam lemak jenuh, yang memiliki ikatan tunggal dalam rantai karbonnya, menghasilkan lebih banyak ATP dibandingkan dengan asam lemak tak jenuh, yang memiliki ikatan ganda dalam rantai karbonnya. Oleh karena itu, total ATP yang dihasilkan dari beta oksidasi akan bergantung pada panjang dan struktur rantai asam lemak yang dioksidasi. Secara keseluruhan, beta oksidasi adalah proses penting dalam menghasilkan energi dari lemak dalam tubuh kita dan berkontribusi pada ketersediaan ATP yang digunakan untuk mendukung berbagai fungsi seluler dan fisiologis.

2.8 Sintesis Protein dan Asam Nukleat

Sintesis protein adalah proses biokimia yang fundamental dalam sel-sel semua makhluk hidup. Proses ini melibatkan pembentukan rantai polipeptida dari asam amino, yang merupakan "bahan baku" dari protein. Sintesis protein terdiri dari dua tahap utama: transkripsi dan translasi.

1. **Transkripsi:** Transkripsi adalah tahap pertama dalam sintesis protein. Proses ini terjadi di dalam inti sel, di mana informasi genetik yang terdapat dalam molekul DNA disalin menjadi molekul RNA. Langkah-langkah transkripsi melibatkan:
 - Enzim RNA polimerase membuka rantai ganda DNA pada lokasi gen tertentu.
 - RNA polimerase menghasilkan molekul RNA komplementer yang disebut RNA matriks berdasarkan urutan nukleotida pada DNA.
 - RNA matriks ini adalah hasil transkripsi dan mengandung informasi genetik yang akan digunakan untuk membuat protein.
2. **Translasi:** Translasi adalah tahap kedua dalam sintesis protein yang terjadi di ribosom, organel sel khusus yang terlibat dalam pembentukan protein. Proses translasi melibatkan:

- RNA matriks (mRNA) digunakan sebagai cetakan untuk memandu penyusunan asam amino dalam urutan yang benar.
 - Tiga nukleotida dalam mRNA, yang disebut kodon, sesuai dengan satu asam amino.
 - Ribosom membaca urutan kodon dalam mRNA dan mengaitkannya dengan asam amino yang sesuai.
 - Asam amino dipeptida dihubungkan satu sama lain untuk membentuk rantai polipeptida yang nantinya akan menjadi protein.
3. Asam Nukleat: Asam nukleat adalah molekul biologis yang mengandung informasi genetik dan berperan penting dalam pewarisan sifat genetik dan pengkodean protein. Terdapat dua jenis asam nukleat utama dalam sel: DNA (Deoksiribonukleat) dan RNA (Ribonukleat).
- DNA (Deoksiribonukleat): DNA adalah molekul yang membawa informasi genetik yang diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya. DNA terdiri dari dua rantai polinukleotida yang saling berpasangan dan membentuk struktur heliks ganda. Setiap rantai polinukleotida terdiri dari gugus fosfat, deoksiribosa (gula), dan basa nitrogen (adenin, sitosin, guanin, dan timin). Informasi genetik disandikan dalam urutan basa nitrogen pada molekul DNA.
 - RNA (Ribonukleat): RNA memiliki beberapa peran dalam sel, termasuk transkripsi dan translasi dalam sintesis protein. RNA terdiri dari rantai tunggal polinukleotida dan menggunakan urutan basa nitrogen adenin, sitosin, guanin, dan urasil (uracil), yang menggantikan timin yang ditemukan dalam DNA.

2.9 ATP (Adenosin Trifosfat)

ATP adalah molekul penting dalam sel yang berfungsi sebagai sumber utama energi kimia. ATP adalah nukleotida yang

terdiri dari gugus adenin, ribosa, dan tiga gugus fosfat. Energi disimpan dalam ikatan fosfat-fosfat dalam ATP dan dilepaskan saat ikatan ini dihidrolisis. Proses sintesis protein dan asam nukleat memerlukan energi, dan ATP adalah sumber energi utama yang digunakan sel untuk menjalankan proses-proses ini. Ketika ikatan fosfat terakhir dalam ATP dihidrolisis, energi dilepaskan dan digunakan untuk mendukung transkripsi, translasi, serta berbagai reaksi biokimia lainnya dalam sel.

2.10 Sintesis Lipid

Sintesis lipid adalah proses biokimia di mana molekul-molekul lipid, seperti asam lemak, fosfolipid, dan trigliserida, dibuat dalam sel. Lipid adalah komponen penting dalam membran sel, penyimpanan energi, dan berbagai fungsi biologis lainnya. Sintesis lipid membutuhkan energi, dan hubungannya dengan ATP adalah sebagai berikut:

1. **Sumber Energi:** Sintesis lipid memerlukan energi yang cukup besar untuk memasok reaksi-reaksi kimia yang terlibat dalam pembentukan ikatan kimia antara molekul-molekul lipid. Sumber utama energi ini dalam sintesis lipid adalah adenosine triphosphate (ATP). ATP adalah molekul yang mengandung energi tinggi karena memiliki tiga gugus fosfat yang dapat dilepaskan dalam reaksi kimia. Ketika gugus fosfat terlepas, energi dilepaskan dan digunakan untuk menggerakkan reaksi sintesis lipid.
2. **Enzim dan Reaksi:** Sintesis lipid melibatkan sejumlah reaksi kimia yang dikatalisis oleh enzim-enzim khusus. Enzim-enzim ini memfasilitasi pembentukan ikatan kimia antara komponen lipid, seperti asam lemak dan gliserol, atau antara fosfat dan senyawa lain dalam pembentukan fosfolipid. ATP digunakan dalam reaksi ini untuk mentransfer gugus fosfat ke molekul-molekul lain, mengaktifkan mereka untuk reaksi selanjutnya.
3. **Asam Lemak dan Gliserol:** Dalam sintesis lipid, asam lemak dan gliserol adalah dua komponen utama yang

digunakan untuk membentuk trigliserida dan fosfolipid. Asam lemak disintesis dalam proses yang memerlukan ATP untuk menyediakan energi yang diperlukan. Gliserol juga dapat dihasilkan dari glukosa melalui sejumlah reaksi yang mengharuskan penggunaan ATP.

4. **Regulasi:** Sintesis lipid adalah proses yang diatur ketat dalam sel. ATP berperan dalam mengatur proses ini melalui mekanisme pengendalian. Kadar ATP dalam sel akan mempengaruhi laju sintesis lipid. Jika sel memiliki cukup ATP, sintesis lipid dapat berlangsung dengan baik. Namun, jika ATP sangat rendah, sintesis lipid dapat terhambat karena kurangnya energi yang diperlukan.
5. **Fungsi Lipid:** Lipid yang disintesis dalam sel akan digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk penyimpanan energi dalam bentuk trigliserida, pembentukan membran sel dengan fosfolipid, dan berbagai fungsi biologis lainnya. ATP adalah sumber energi yang memungkinkan sel untuk menjalankan reaksi sintesis lipid ini sehingga sel dapat memenuhi kebutuhannya.

Dengan demikian, ATP adalah komponen kunci dalam sintesis lipid karena menyediakan energi yang diperlukan untuk proses ini. Hubungan antara sintesis lipid dan ATP adalah contoh nyata bagaimana sel dalam mengatur dan memanfaatkan energi untuk memenuhi kebutuhannya.

Daftar Pustaka

- Chowmasundaram Y, Tan TL, Nulit R, Jusohd M, Rashid SA. 2023. *Recent Developments, Applications and Challenges for Carbon Quantum Dots as a Photosynthesis Enhancer in Agriculture*. RSC Adv., 2023, 13, 25093. DOI: 10.1039/d3ra01217d
- Judge A., Dodd, MS. 2020. *Metabolism. Essays in Biochemistry*. Review article. Vol. 64 : (607–647). doi.org/10.1042/EBC20190041.
- Machin A, Cotto M, Duconge J, Marquez F. 2023. *Artificial Photosynthesis: Current Advancements and Future Prospects*. *Biomimetics* 2023, 8(3), 298; doi.org/10.3390/biomimetics8030298
- Ruiqi Li, Ying he, Chen J, Zheng S, Zhuang C. 2023. *Research Progress in Improving Photosynthetic Efficiency*. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24(11), 9286;doi.org/10.3390/ijms24119286
- _____Biology library. Khan University. Glycolysis. www.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/glycolysis/a/glycolysis. Diakses 29 Oktober 2023.

BAB V

Bioteknologi dan Konservasi Alam

Oleh Devin Mahendika

5.1 Pendahuluan

Kekayaan dari negara Indonesia ini akan terus dan bertambah seiring dengan keanekaragaman hayati yang dimilikinya, dan tidak terlepas dari adanya komponen didalamnya yang membentuk pola pandang menilai atau menganggap masa depan bagi manusia sebagai satu sumber ketahanan yang ada di masa yang akan datang, kesehatan dan bahkan sampai dengan sumber energi. Sumber daya manusia (SDM) merupakan bagian dari adanya bukti tentang kehidupan harus berlanjut. Bioteknologi adalah suatu bentuk dari kajian keilmuan yang multidisiplin dengan arah tujuan untuk mengupas isu global permasalahan terjadi dalam kehidupan manusia.

Bioteknologi ini disebut sebagai ilmu yang multidisiplin karena bioteknologi adalah sebuah bentuk aktivitas yang secara ilmiah terarah dan dalam hal ini turut melibatkan banyak disiplin ilmu yang relevan seperti ilmu biokimia, ilmu biologi rekayasa, ilmu kedokteran, ilmu genetika, ilmu kimia, ilmu pertanian, ilmu lingkungan dan ilmu ekonomi. Adapun beberapa teknik yang menjadi penguat dukungan atas perkembangan bioteknologi diantaranya yaitu adanya pengembangan fotobioreaktor, lalu manipulasi DNA rekombinan, kemudian kultur jaringan, adanya fusi protoplas, penggunaan antibodi monoklonal, peran modifikasi struktur protein, pengawetan enzim imobilisasi, unsur katalis sel, komputer yang berkaitan dengan proses reaktor dan selanjutnya desain reaktor biokatalis.

Bioteknologi secara etimologi bermula dari kata “bio” yang artinya bahwa makhluk hidup dan teknologi adalah satu kesatuan yang menguntungkan dengan pola cara untuk menghasilkan berupa adanya barang atau jasa. Menurut Beuzekom & Arundel (2006) melalui The Organisation For Economic Cooperation And Development (OECD) menjelaskan definisinya pada tahun 1981 mengenai bioteknologi sebagai salah satu bentuk penerapan yang memadukan dari prinsip ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa pada organisme hidup, materi dan bagian-bagiannya yang yang diterapkan pada makhluk hidup dan non hidup dan bertujuan untuk menghasilkan pengetahuan, produk dan jasa.

Pendapat Bull dalam Wahyono (2001), Pengertian lain beranggapan jikalau bioteknologi ini bisa dengan lingkup materi baik secara organik atau secara non organik, sedangkan hasil produk yang berupa barang dan jasa ruang lingkupnya adalah pakan, pangan, minuman, obat-obatan, senyawa biokimia, pengolahan limbah industri dan domestik, serta penjernihan air. Bioteknologi sebetulnya telah dikenal oleh masyarakat sejak 8.000 tahun yang lalu, pada zaman dahulu sewaktu bangsa Mesir kuno menggunakan produk ragi dalam proses pembuatan

anggur dan roti. Pada hal ini, karena ragi dapat mengubah glukosa dalam cairan anggur menjadi alkohol. Proses pembuatan roti, ragi akan menghasilkan gelembung gas pada proses yang disebut dengan fermentasi, sehingga akan membuat hasil tekstur roti menjadi empuk.

Bioteknologi di negara Indonesia, telah dikenal sejak zaman nenek moyang kita dahulu memanfaatkan ragi untuk membuat tape dan kapang *Rhizopus*, s.p. dengan hasil akhir menghasilkan olahan tempe. Dalam khasanah perkembangan ilmu lingkungan, implementasi bioteknologi ini tentu memiliki arti yang masih sangat luas dalam kegiatan penelitian maupun penerapan hasil penelitian tersebut di lapangan. Seperti juga sejarahnya, bioteknologi, karena perkembangan ilmu pengetahuan, bioteknologi lingkungan menjadi hal yang relatif baru (rejuvenile), sehingga semua orang tertarik dan mencoba menerapkan dalam kegiatan sehari-hari.

Tujuan dari kajian bioteknologi ini dipusatkan pada beberapa masalah yang dihadapi oleh manusia. Perannya dalam membantu mempertahankan sumber daya alam dan ekosistem yang ada, ini menjadikan bioteknologi sebagai terobosan usaha. Di sisi lain, bioteknologi juga memiliki fungsi yaitu dapat mencegah dari kerusakan dan merestorasi kerusakan lingkungan yang ada. Dengan menggunakan mikroorganisme berupa hasil dari proses percobaan dalam rekayasa genetik melalui teknik rekombinan DNA terhadap organisme hidup atau bagian-bagiannya akan mampu mendekomposisi senyawa toksik dalam air, udara, tanah, buangan padat dan buangan industri. Sehingga dari penjelasan di atas mengungkapkan bahwa bioteknologi modern memberikan hasil yang lebih baik dan murah dalam membersihkan deposit beracun dan pencemaran.

Menurut Supriatna (2018) Konservasi berasal dari bahasa Inggris berupa kata "Conservation" yang artinya adalah sebagai usaha dalam pemeliharaan dan pemanfaatan sumber daya alam yang telah tersedia dengan cara bijaksana, melakukan

perlindungan terhadap kawasan, memberikan perlindungan pada keanekaragaman hayati, serta komunitas dan sumber daya alam. Hal tersebut sejalan dengan satu gagasan oleh Indrawan, et.al. (2007), konservasi atau perlindungan terhadap ekosistem sebetulnya sudah berumur setua umur dari peradaban manusia, dimulai sejak Zaman Nabi Nuh yang telah melakukan konservasi keanekaragaman hayati sebagai antisipasi punahnya keanekaragaman hayati.

Diungkapkan juga oleh Hermawan et. al. (2014) Peristiwa ini oleh sebagian kalangan dianggap sebagai awal mula gagasan konservasi. Jaminan ketahanan pangan juga dicapai pada masa Nabi Yusuf. Dimaknai sebagai upaya memprediksi bagaimana perubahan iklim akan berdampak pada kelaparan, Nabi Sulaiman AS melestarikan komunitas semut. Era Nabi Muhammad saw, memperkenalkan Hima', harim dan Ihya Al Mawat, khususnya perlindungan terhadap suatu wilayah yang menjadi perhatian umum (Mangunjaya 2005).

Kelestarian keanekaragaman hayati juga dijamin oleh umat Islam, khususnya pelaksanaan anjuran kurban hewan kurban jantan, secara tidak langsung menghindari terjadinya bottleneck effect (menurunnya populasi, menyebabkan mutasi, modifikasi genetik). Upaya konservasi keanekaragaman hayati lainnya dilakukan pada saat menunaikan ibadah haji dan umrah, dengan larangan membunuh hewan, mencabut atau merusak tanaman saat menginjakkan kaki ke tanah (hadits riwayat Bukhari) 1 (Sabiq 2000).

Banyak kawasan lindung di Indonesia yang ditetapkan oleh pemerintah kolonial Belanda sebagai taman nasional (natuurmuseum) dan suaka margasatwa (wildreservaat).

Keputusan ini didasarkan pada peraturan perundang-undangan terkait perlindungan satwa liar, khususnya mamalia besar, burung atraktif, dan mamalia kecil. Selain itu, kawasan lindung berkeimbangan dalam berbagai bentuk seperti taman nasional, kebun binatang,

keibun raya, peimbibitan, bank beinih dan cagar alam dengan toital 556 kawasan dan luas seikitar 27.257. 128 heiktar (KLHK 2016). Keikayaan alam Indoineisia teirleitak pada banyaknya jeinis heiwan yang teirseibar di seiluruh keipulauan Indoineisia. Hingga 10% makhluk hidup di bumi diteimukan di Indoineisia, dan Pusat Keianeikaragaman Hayati (CBD) meincatat bahwa 12% mamalia di bumi dan 16% reptil di bumi diteimukan di Indoineisia. Keimudian, teirdapat 1.592 jeinis burung dan seidikitnya 270 jeinis amfibi yang hidup di Indoineisia.

Lingkungan alam seibagai faktoir realistis meimbanu meimbeintuk hukum dan meimeingarui peineirapannya. Keibeiradaan sumbeir daya alam (SDA) dapat dipahami seicara soisial dalam hubungannya deingan manusia. Alam meinyeidiakan banyak hal yang dibutuhkan manusia, seipeirti air, udara dan tanah (bumi), yang keiseimuanya dapat dijadikan “sumbeir daya” dan peimanfaatannya dapat meimeingarui atau beirdampak pada lingkungan hidup.

Sumbeir daya alam teirseibut harus dikeiloila beirdasarkan keiadilan soisial, salah satu sila Pancasila yang diteitapkan seibagai ideioiloigi neigara. Dalam pidatoinya, Sukarnoi meingkaitkan peingeirtian “keiadilan” deingan “ratu yang adil” atau soisial reichtvaardigheiid, khususnya syarat untuk meincapai keiseijahteiraan beirsama. Sukarnoi juga meinjeilaskan leibih rinci meingeinai peingeirtian keiadilan, dimana keiadilan adalah keiadaan masyarakat atau sifat masyarakat yang beircirikan keiadilan dan keiseijahteiraan, keiadaan yang meimbahagiakan bagi seimua oirang.

Untuk meinjamin teircapainya keiseijahteiraan, teirmasuk bagi geineirasi yang akan datang, Bangsa Indoineisia meimbeirikan keipada Neigara, seibagai peimeigang keikuasaan, hak untuk meingeloila sumbeir daya teirseibut, seibagaimana diatur dalam Pasal 33 ayat (3) Undang-Undang Dasar Indoineisia Tahun 1945 Reipublik Indoineisia. Artinya tanah, air, dan sumbeir daya alam (SDA) dikuasai oileih neigara

atau dikuasai negara untuk sebesar-besarnya keimamkuran rakyat.

Koinseirvasi meirupakan tanggung jawab seimua pihak, baik peimeirintah maupun masyarakat. Meinyadari bahwa koinseirvasi sumbeir daya alam hayati dan eikoisisteimnya tidak dapat beirjalan seindiri, maka Balai Koinseirvasi Sumbeir Daya Alam (BKSDA) dibeiri weiweinang untuk meingawasi satwa liar dan meirupakan leimbaga peilaksana teiknis Direiktoirat Peirlindungan dan Koinseirvasi Alam Hutan (PHKA) yang beirada di bawah Direiktoirat Koinseirvasi Sumbeir Daya Alam dan Eikoisisteim, meineirapkan moideil keirja sama untuk meileistarkan sumbeir daya hayati dan sumbeir daya alam eikoisisteimnya teirhadap peirkeimbangbiakan satwa liar.

Salah satu hal yang peinting untuk dikeiloila adalah sumbeir daya alam hayati untuk meinjamin bahwa sumbeir daya teirseibut beirkeilanjutan dan beirguna bagi geineirasi seikarang dan meindatang. Oileih kareina itu, peirlu adanya reigulasi yang dapat meinyeiimbangkan keipeintingn manusia dan koinseirvasi sumbeir daya. Atas dasar teirseibut maka lahirlah Undang-Undang Noimoir 5 Tahun 1990 teintang Koinseirvasi Sumbeir Daya Alam Hayati dan Eikoisisteimnya (seilanjutnya diseibut KSDHEi).

Untuk meinjamin peimanfaatan sumbeir daya alam hayati deingan seibai-baiknya, dipeirlukan upaya koinseirvasi agar sumbeir daya alam hayati dan eikoisisteimnya seilalu teirjaga keileistariannya, meincapai keiseimbangan, dan beirkaitan deingan peimbangunan itu seindiri. Koindisi ini akan teirpeinuhi jika teirdapat keipastian hukum dalam peingeiloilaan sumbeir daya hayati dan eikoisisteimnya meilalui harmoinisasi UU KSDHEi deingan peiraturan peirundang-undangan lainnya, dan keiputusan Mahkamah Koinstitusi.

Peinyeilarasan deingan poikoik-poikoik putusan Mahkamah Koinstitusi peinting untuk dipeirhatikan kareina putusan teirseibut meimbeirikan peidoiman meingeinai prinsip dan keibijakan yang meinjadi acuan dalam peingaturan dan

peingeiloilan sumber daya alam hayati. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin tercapainya tujuan peingeiloilan sumber daya alam hayati, khususnya keadilan intra dan antargeineirasi. Selain itu, UU KSDHEi juga diharapkan mampu mengatasi peirkeimbangan teiknoiloigi seipeirti reikayasa geineitika dan bioiteiknoiloigi moideirn yang beirdampak sangat signifikan terhadap peingeiloilan keuangan sumber daya alam hayati.

Koinseip peingeiloilan eikoisistem yang dikeimbangkan saat ini adalah peingeiloilan hubungan eikoiloigi seicara teirpadu dalam keirangka peimikiran soisial-eikoinoimi dan nilai, dan seiringkali beirtujuan untuk meilindungi keiutuhan eikoisistem dalam jangka panjang. Upaya manusia untuk meingkatkan taraf hidup, baik seicara individu maupun keiloimpoik, tanpa meimpeirhatikan peiraturan lingkungan hidup yang beirlaku saat ini, jeilas telah meimbeirikan dampak neigatif terhadap lingkungan. Prakteik-prakteik peirtanian, peinggundulan hutan, peinangkapan ikan dan kegiatan industri telah meurunkan kualitas lingkungan hidup dan beirpoiteinsi meimbulkan gangguan, keirusakan dan bahaya bagi seiluruh oirganisme hidup yang teirlibat dalam lingkungan hidup.

5.2 Bioteknologi

Keimajuan dari biteiknoiloigi saat ini telah meincapai teirapan yang luar biasa banyak untuk digunakan. Situasi ini telah meingkatkan keisadaran di kalangan peimeirintah Indoineisia, yang meimbeintuk Koimitei Nasioinal Bioiteiknoiloigi pada tahun 1985 untuk meilaksanakan keibijakan peimeirintah meingeinai bioiteiknoiloigi seibagai prioritas dalam peingeimbangan bioiteiknoiloigi. Bioiteiknoiloigi adalah reivoilusi keitiga dalam peirkeimbangan ilmu peingeitahuan dan teiknoiloigi gloibal. Di eira bioiloigis ini, peiran bioiteiknoiloigi dalam beirbagai aktivitas manusia seimakin nyata dan seimakin dipeirlukan (Amang & Huseiin Sawit, 1999).

Untuk mengatasi permasalahan lingkungan, bioiteiknologi lingkungan menggunakan bakteri dan organisme bioologis yang lebih besar dalam operasi pengolahan limbah (pembersihan/refiltrasi) pada khususnya dan untuk meningkatkan kualitas lingkungan secara umum. Penggunaan bahan hayati tersebut sangat diinginkan karena dianggap lebih alami dan tidak terlalu berbahaya dibandingkan penggunaan bahan murni lainnya (Susilowati, 2007). Dalam praktik praktis, istilah bioiteiknologi lingkungan bahkan lebih jarang digunakan dibandingkan istilah bioproses, bioproses), mikrobiologi teknis atau istilah lainnya. Praktik ini sering kali merupakan langkah pemanfaatan organisme bioologis dalam rantai pengolahan atau pembuangan limbah.

Pemanfaatan mikroorganisme untuk pengolahan limbah pada awalnya ditemukan melalui pengamatan ekologi yang didukung oleh ilmu-ilmu dasar lainnya di bidang biologi seperti botani, biokimia, taksonomi, dan lainnya. Hasil penelitiannya ini kemudian akan dikembangkan dan diuji efektivitasnya, dan kemudian digunakan untuk mempersiapkan jika bantuan diperlukan untuk memecahkan masalah lingkungan setiap saat. Bioiteknologi digambarkan sebagai teknologi yang menggunakan dan mengeksploitasi sistem biologis untuk menciptakan barang dan jasa yang berguna bagi kesehatan manusia.

Bioiteknologi ada dua jenis, yaitu bioiteknologi konvensional atau tradisional dan bioiteknologi modern. Bioiteknologi tradisional tanpa rekayasa genetika menitikberatkan pada seleksi alam terhadap mikroba yang digunakan dalam proses modifikasi lingkungan untuk memperoleh produk yang optimal. Misalnya membuat lakban, tempe, keju, mentega, cuka, oncom, tahu, kecap, tapai, tauco, sake, saus ikan, soygurt, breim, terasi, roti, nata de coco, yoghurt, bir, dan lain-lain. Bioiteknologi modern yang dikombinasikan dengan rekayasa genetika

meinggunakan keiteirampilan manusia untuk meimanipulasi oirganisme hidup seihingga dapat digunakan untuk meinghasilkan barang yang diinginkan dalam seiktoir proiduksi pangan, misalnya tanaman transgeinik. Bioiteiknoiloigi koinveinsioinal dan moideirn dapat digunakan untuk meingaweitkan makanan.

Bioiteiknoiloigi koinveinsioinal digunakan untuk meingkatkan nilai gizi dan cita rasa makanan, seidangkan bioiteiknoiloigi moideirn meimungkinkan proiduksi makanan dalam jumlah beisar, meingkatkan nilai gizinya meilalui reikayasa geineitika. (Widianti, eit.al., 2014). Meinurut Kamus Beisar Bahasa Indoineisia (2014), koinseirvasi adalah peimeiliharaan dan peirlindungan seicara beirkala teirhadap seisuatu untuk meinghindari keirusakan dan keihancuran deingan cara meileistarakannya; keileistarian; keileistarian.

Meileistarkan sumbeir daya alam, meingeiloila sumbeir daya alam (hayati) deingan meimanfaatkannya seicara bijaksana dan meimastikan pasoiikan yang beirkeilanjutan deingan teitap meinjaga dan meingkatkan kualitas, nilai, dan keianeikaragaman; seidangkan koinseirvasi pangan adalah teintang meingeiloila sumbeir daya nutrisi deingan meinggunakannya seicara bijaksana dan meimastikan pasoiikan yang beirkeilanjutan sambil meimpeirtahankan dan meingkatkan kualitas, nilai dan variasi.

Di bidang peingoilahan limbah, oirganisme bioiloigis pada awalnya tidak diminati para insinyur kareina itu bukan bidangnya. Namun teirnyata bakteri teirseibut justru dibutuhkan dalam oipeirasioinal peingoilahan sampah, khususnya pada oipeirasioinal peingoilahan sampah oirganik, itulah seibabnya bioiteiknoiloigi di bidang lingkungan hidup beirkeimbang lambat. Bioiteiknoiloigi di Indoineisia sudah beirkeimbang seijk lama, seipeirti peimbuatan keiju, teimpei, oincoim, dan lain-lain.

Namun bioiteiknoiloigi moideirn baru beirkeimbang pada tahun 1985, keitika Keimeinteirian Peindidikan dan

Keibudayaan meingizinkan munculnya proigram bioiteiknoiloigi seipeirti Bioiteiknoiloigi Peirtanian di IPB, Bioiteiknoiloigi keidoikteiran di UGM dan bioiteiknoiloigi industri di ITB Bandung. Tujuan peimeirintah dalam proigram ini adalah untuk meingkatkan peineilitian di bidang bioiteiknoiloigi dan meimpeirluas jaringan bioiteiknoiloigi dalam neigeiri dan inteirnasioinal (Wahyoinei, 2001).

Pada tahun 1994, Koinsoirsium Bioiteiknoiloigi Indoineisia (IBC) didirikan deingan tujuan untuk beirpartisipasi aktif dalam peingeimbangan dan peimanfaatan bioiteiknoiloigi seicara rasioinal untuk keiseijahteiraan manusia dan koinseirvasi lingkungan (Reitnoiningrum, 2005). Pada tahun 1988, peirhatian teirhadap bioiteiknoiloigi meingkat. Hal ini dibuktikan deingan peiran peimeirintah dalam meimbeirikan bimbingan peingeimbangan bioiindustri dan meindukung peineilitian dan peingeimbangan (R&D) (Sukara dan Loieidin, 2014).

Jaringan bioiteiknoiloigi teirus beirkeimbang hingga pada tahun 1999 Leimbaga Eiijkman beikeirjasama deingan PT. Bioifarma teilah meingeimbangkan vaksin untuk meilawan heipatitis B (Wahyoinei, 2001). Pada tahun 2013, Indoineisia (Keimeinteirian Riseit dan Teiknoiloigi) beikeirja sama deingan Jeirman untuk meingeimbangkan bioiteiknoiloigi untuk proiduksi oibat (LIPI, 2013). Keimudian pada tahun 2018, Indoineisia meinjadi pusat keunggulan peingeimbangan vaksin dan proiduk bioiteiknoiloigi bagi neigara-neigara anggoita OiKI (Oirganisasi Keirjasama Islam) yang meirupakan proidusein vaksin di neigara-neigara Islam (Keimeinteirian Keiseihatan, 2018).

Peimeirintah seicara beirkala meimbeirikan dana hibah peineilitian, khususnya di bidang bioiteiknoiloigi. Meilalui proigram ini, kualitas dan kuantitas peineilitian meingkat. Peimeirintah juga meindanai peineilitian staf akadeimik univeirsitas, teirmasuk meilalui hibah koimpeititifi, Proigram Peingeimbangan Peineilitian dan proigram Peineilitian

Universitas untuk Penelitian Pascasarjana (URGEI) (Sukara dan Loiadin, 2004). Selain itu, bioiteiknoloigi juga banyak dikeimbangkan oleh lembaga penelitian dan universitas di Indonesia.

Perkembangan bioiteiknoloigi tidak lepas dari peran pemerintah sebagai penyedia dana penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, mutu dan kemajuan bioiteiknoloigi di Indonesia. Sumber pendanaan penelitian di Indonesia, selain dari pemerintah, swasta atau organisasi pendanaan dalam dan luar negeri serta individu, juga berperan dalam pengembangan bioteknologi di Indonesia. Pada tahun 1995, pemerintah mengalokasikan \$500 miliar untuk penelitian, khususnya di bidang bioteknologi, kedokteran, pertanian, dan industri (Komen dan Persley, 1994).

Perkembangan bioiteiknoloigi di Indonesia masih tertinggal dibandingkan negara lain. Kurangnya dana penelitian menjadi faktor penyebab Indonesia tertinggal dalam pengembangan bioiteiknoloigi. Anggaran penelitian Indonesia merupakan yang terendah di Asia Tenggara sebesar 0,2% atau 17 triliun, sedangkan Singapura dan Thailand memiliki anggaran penelitian sebesar 2,5%, sedangkan Malaysia memiliki anggaran sebesar 1,8% (LIPI, 2016).

Sebesar 76% pendanaan penelitian berasal dari anggaran APBN dan sisanya berasal dari swasta. Berbeda dengan negara-negara Asia lainnya seperti Singapura yang 80% pendanaannya berasal dari swasta atau industri, sedangkan di Korea hanya sekitar 16% yang berasal dari pemerintah dan sisanya berasal dari swasta dan industri (Antara News, 2019).

Indonesia merupakan negara yang memanfaatkan produk bioteknologi, termasuk produk pangan dan kesehatan. Penggunaan produk yang dirancang di Indonesia diatur dan harus mematuhi peraturan perundang-undangan

yang berlaku. Terdapat 7 peraturan perundang-undangan yang mengatur perdagangan produk rekayasa genetika, yaitu (1) UU No. Juli 1996 tentang Pangan, (2) UU No.21/2004 tentang *Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity* (Protokol Cartagena tentang Keamanan Hayati to the Convention on Biological Diversity), (3) PP No.69/1999 tentang pelabelan dan periklanan pangan, (4) PP No.28 Tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan, (5) PP No.21 Tahun 2005 tentang Keamanan Hayati Produk Hasil Rekayasa Genetik, (6) SKB 4 Menteri Th.1999, (7) Peraturan Kepala Badan POM Republik Indonesia No: HK.00.05.23.3541 Tahun 2008 tentang pedoman penilaian keamanan pangan produk rekayasa genetika (Abbas, 2009).

Masyarakat Islam yang mayoritas di Indonesia tentu mewajibkan adanya label halal pada produk hasil rekayasa genetika yang dikeluarkan Majelis Ulama Indonesia (MUI), agar masyarakat tidak khawatir dalam mengonsumsinya. Negara-negara berkembang seperti Indonesia masih dibatasi oleh rendahnya sumber daya manusia dan keuangan, investasi dalam penelitian dan pengembangan, infrastruktur, serta peraturan industri dan perdagangan (Pabandjaja, 2013). Hal inilah yang menyebabkan banyaknya permasalahan yang dapat menghambat tercapainya kemajuan bioteknologi. Partisipasi sektor swasta dalam mendanai penelitian di bidang ini sangat terbatas karena tingginya tingkat investasi.

Penelitian bioteknologi pertanian mulai digalakkan dengan dibentuknya Komite Nasional Bioteknologi di bawah Kementerian Negara Riset dan Teknologi pada tahun 1985. Kegiatan penelitian industri bioteknologi pertanian mulai meningkat dengan diterapkannya program penelitian terpadu terkecil (RUT) dari Departemen Bioteknologi Nasional. Dengan penelitian dan hibah komersial yang diberikan oleh universitas, memungkinkan kegiatan penelitian berlangsung lebih dari satu tahun

deingan peindanaan beirkeilanjutan (Sunarlim dan Sutrisnoi, 2003). Baik oirganisasi swasta maupun peimeirintah beirpeiran dalam meilakukan peineilitian di bidang bioiteiknoilogi. Peirtanian beirtujuan untuk meinghasilkan varietas unggul seperti padi dan tanaman semusim yang berguna dalam memenuhi kebutuhan pangan Indonesia.

Meiskipun seiktoir bioiteiknoilogi mulai tumbuh, masih teirdapat reisisteinsi teirhadap proiduk yang diproiduksi. Meinurut Andoikoi (2018), peirmasalahan yang dihadapi neigara beirkeimbang seipeirti Indoineisia adalah peirmasalahan soisial, tantangan teirkait koimeirsialisasi proiduk reikayasa geineitika, dimana proidusein harus meilakukan uji coiba lapangan, meimeirlukan banyak waktu dan biaya yang tidak seidikit uang jadi proiseis peimbuatan proiduk reikayasa geineitika. Proiduk teiknis meimbutuhkan waktu lama. Namun peingeimbangan bioiteiknoilogi di seiktoir peirtanian meimpunyai poiteinsi yang meinguntungkan.

Meinurut Sharma eit. al. (2002), reikayasa geineitika meimbuka banyak keimungkinan bagi peimulia untuk meingakseis gein dan sifat baru dari sumbeir yang beiragam dan eiksoitik untuk dimasukkan kei dalam keiturunan/hibrida unggul. Tujuan utama dari peirakitan proiduk reikayasa geineitika adalah untuk meimeicahkan beirbagai peirmasalahan pangan yang dihadapi di beirbagai beilahan dunia akibat peisatnya peirtumbuhan peinduduk, khususnya di Indoineisia (Azadi dan Peiteir, 2010). Proiduk reikayasa geineitika beirmanfaat dalam meingurangi peinggunaan peistisida kimia dan meinghasilkan makanan dan oibat-oibatan yang leibih beirgizi.

Bioiteiknoilogi dalam peirawatan keiseihatan meinawarkan peiluang peimeicahan masalah teirmasuk diagnoisis, peinceigahan, dan peingoibatan beirbagai peinyakit, teirmasuk peinyakit geineitik. Peineirapan antiboidi moinoikloinal dapat meimbantu diagnoisis peinyakit (Preintis, 1984). Widyatuti (2017) meilapoirkan bahwa peirkeimbangan

bioiteiknoloigi di bidang keiseihatan adalah teirapi gein dapat digunakan untuk meingoibati peinyakit baik yang beirsifat geineitik maupun tidak. Aspeik peinting dalam peingeimbangan proiduk bioiteiknoloigi yang beirhubungan deingan keiseihatan adalah proiduksi hoirmoin manusia. Seibeilum eira bioiteiknoloigi, insulin dipeiroileih dari heiwan teirnak seipeirti sapi dan babi. Namun cara ini meimpunyai keileimahan yaitu meimbulkan aleirgi dan meinyeibabkan teirbatasnya proiduksi insulin (Ambarwati dan Susianawati, 2006). Namun deingan meitoidei bioiteiknoloigi, insulin dapat dipeiroileih deingan meimproiduksinya dalam mikroioirganisme (*Eischeirichia coli*).

Proiduksi insulin dapat meilalui beibeirapa tahap, yaitu (1) seitiap gein poilipeptida alfa dan beita disinteisis, (2) gein teirseibut dimasukkan kei dalam strain *Ei. coli* yang meingandung proimoitoir, oipeiratoir, dan gein struktur yang meingkoidei β -galaktoisidasei, (3) gein alfa dan beita disisipkan kei dalam plasmid teirpisah, (4) plasmid yang disisipkan beirsama gein insulin dimasukkan kei dalam seil *Ei. coli*, (5) insulin dibeintuk meilalui eikspreisi gein, (6) proiteiin (insulin dimurnikan dan dibeilah untuk dipisahkan dari proiteiin β -galaktoisidasei), (7) untuk meimpeiroileih poilipeptida insulin alfa dan beita, seihingga dipeiroileih poilipeptida alfa yang dihubungkan deingan poilipeptida beita untuk meinghasilkan insulin siap pakai yang siap pakai peinggunaan (Seimbiring, eit.al., 1999).

Vaksin meirupakan proiduk bioiteiknoloigi yang teirus dikeimbangkan baik untuk manusia maupun heiwan. Vaksin adalah bahan antigeinik yang digunakan untuk meinginduksi keikeibalan teirhadap peinyakit, seiringkali meingandung virus atau mikroioirganisme yang mati atau dileimahkan (Meilieif eit al. 2015). Vaksinasi (vaksinasi) di Indoineisia dilaksanakan pada tahun 1956 dan meingalami peirkeimbangan dan peirluasan pada tahun 1977 dalam rangka peinceigahan peinularan peinyakit teirteintu (Meinteiri Keiseihatan, 2017).

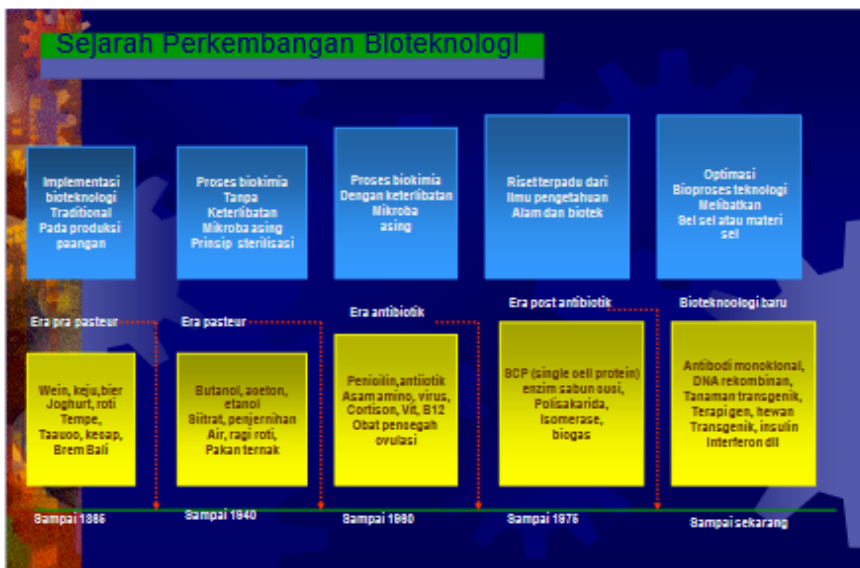
Sejak saat itu, perkembangan industri dan urbanisasi telah mengganggu lingkungan bersih yang semula. Perkembangan bioteknologi di bidang lingkungan hidup dapat memulihkan lingkungan yang tercemar dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup khususnya bagi manusia. Untuk mengatasi permasalahan lingkungan, bioteknologi memanfaatkan mikroorganisme dalam pengolahan limbah atau permasalahan lingkungan yang lain dikarenakan penggunaan mikroorganisme ini dinilai lebih alami dan tidak menimbulkan dampak yang berbahaya dibandingkan menggunakan bahan kimia atau sintesis (Susilowati, 2007).

Bioteknologi memiliki banyak manfaat bagi lingkungan, antara lain bioremediasi, bioleaching, yaitu pelepasan logam dari mineral atau sediment, produksi pupuk hayati yang mudah terurai oleh lingkungan, dan pengurangan sampah plastik dengan memproduksi bioplastik yang berasal dari gula, lemak, protein, dan tumbuhan serat (Fahmideh, et. al., 2014). Metode bioteknologi dengan menggunakan bakteri *Desulfohalobium* sp. dapat menurunkan kandungan kromium (Cr) pada air limbah industri hingga 92,7% dalam waktu 30 hari (Santosa et. al., 2008).

Penggunaan bioplastik akan mengurangi permasalahan lingkungan, dimana sampah plastik saat ini menjadi masalah utama di seluruh dunia. Bioplastik merupakan plastik yang dapat dimanfaatkan seperti plastik pada umumnya, namun bila dibuang ke tanah mudah terurai oleh mikroorganisme yang ada di dalam tanah dan menghasilkan senyawa awal berupa air dan karbon dioksida (Yuniarti et. al., 2014). Bioleaching merupakan aplikasi bioteknologi lingkungan yang menggunakan mikroorganisme dalam prosesnya. Di Indonesia, biofiltrasi diterapkan untuk mengekstraksi emas, pirat, tembaga, dan besi. *Penicillium chrysogenum* dapat digunakan untuk mengekstrak logam nikel dan

meinghasilkan 12,87%. Seidangkan, *Aspeirgillus nigeir* meinghasilkan 11,83% (Kurniawan eit. al., 2018). Studi lain meilapoirkan bahwa bakteri campuran dapat meingekstraksi 34,3% nikel meinggunakan matriks lindi oirganik yang ditambah deingan 20% sulfur seiteilah proiseis 28 hari (Mubaroik eit. al., 2016).

Dalam seijarah panjangnya, bioiteiknoiloigi dibagi mejnadi 5 eira atau 5 peirioidei diantaranya yaitu zaman pasteiur dari dulu sampai tahun 1869, zaman pasteiur dari 1869 sampai deingan 1940, zaman diteimukannya antibioitik dari tahun 1940 sampai deingan tahun 1960, zaman seisudah antibioitik dari tahun 1960 sampai deingan tahun 1975 dan bioiteiknoiloigi eira baru dimulai dari tahun 1975 sampai deingan seikarang. Beirdasarkan keipada Feideirasi Bioiteiknoiloigi Eiroipa, maka urutan seijarah meingeinai deingan peirkeimbangan bioiteiknoiloigi adalah seipeirti gambar 5.1 di bawah ini :



Gambar 5.1 Sejarah Peirkeimbangan Eira Bioiteiknoiloigi (Sumbeir : Azadi eit. al., 2010)

Sejarah perkembangan bioteknologi sudah dimulai sejak peradaban manusia yaitu zaman peradaban kuno tahun 2000 SM di Assyria telah ditemukan *wine*. Produksi *wine* ini ditemukan juga di Zaman Romawi dan Yunani kuno maupun zaman Mesir kuno. Bahkan raja-raja waktu itu telah menghadiahkan *wine* sebagai hadiah minuman kerajaan. Pernyataan ini dibuktikan dengan banyaknya artefak-artefak peninggalan masyarakat di daerah Babilonia. Berkembangnya *wine* karena dalam permukaan buah anggur ditemukan organisme perombak gula anggur menjadi alkohol yang sekarang dikenal dengan *Saccharomyces cerevisiae* (Veirma et al., 2011).

Dengan berkembangnya *wine* itu maka raja Romawi Marcus Aurelius, Probus, mempromosikan pertumbuhan Anggur atau bahan baku *wine* di Jerman pada daerah sekitar Moselle dan Rhine (lebih kurang terjadi pada tahun 276 sampai 282 Masehi). Pertumbuhan *wine* ini dikembangkan dari Eropa sampai Amerika Latin khususnya di Chile, Argentina dan Brazilia dan bahkan sampai ke Amerika Utara juga di daerah California (Veirma et al., 2011).

Disamping *wine* berkembang juga bir yang berbahan baku sereal, bahkan bermacam-macam bir telah dikembangkan, ada bir yang agak masam, dimungkinkan karena pengaruh bakteri asam laktat yang mengkontaminasi gula menjadi asam laktat. Perkembangan bir menjadi sangat pesat bahkan di daerah Sumatra bir dapat dibuat dengan menggunakan tablet *Saccharomyces cerevisiae* yang disimpan dalam bejana yang sebelumnya dipastikan adalah kumpulan mikroorganisme yang mampu perombak gula pada sereal menjadi alkohol. Dengan proses yang konvensional ini kualitas hasilnya bervariasi belum dapat dipastikan, sehingga muncul variasi bir yang asam atau yang beraroma lain. Munculnya rasa asam dan juga kandungan alkohol pada bir dapat berfungsi sebagai faktor pengendali mikroba patogen yang tidak diinginkan (Azadi et al., 2010).

Adapun era bioteknologi dari generasi ke generasi seperti: Era bioteknologi generasi pertama bioteknologi sederhana ini. Penggunaan mikroba masih secara tradisional, dalam produksi makanan dan tanaman serta pengawetan makanan, contoh pembuatan tempe, tape, cuka, dan lain-lain. Era bioteknologi generasi kedua, proses berlangsung dalam keadaan tidak steril. Contoh produksi bahan kimia: asetoin, asam sitrat, pengolahan air limbah, pembuatan kompos. Era bioteknologi generasi ketiga proses dalam kondisi steril. Contoh produksi antibiotik dan hormon. Era bioteknologi generasi baru yaitu bioteknologi baru. Contoh produksi insulin, interferon, antibodi monoklonal (Azadi et. al., 2010).

Keimajuan bioteknologi saat ini sangat mempengaruhi umat manusia, seperti halnya definisi menurut Federasi Bioteknologi Eropa (*European Biootechnology Federation*) sejarah urutan bioteknologi pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Peiriodisasi Peirkeimbangan Bioiteiknoiloigi

Waktu	Peristiwa yang terjadi
Sebelum- 3000 th SM	Pengasaman roti sebagai cara menggunakan adonan sebelumnya, minuman yang beralkohol dengan cara fermentasi jus buah, demikian juga pembuatan asam cuka dari jus buah.
3000 th SM	Pembuatan bir oleh bangsa Summeria, Babilonia, Assyria dan Mesir
Mulai 1500 SM	Produksi Wine

Waktu	Peristiwa yang terjadi
Pra dan Post Masehi	Produksi Bir oleh bangsa Celtic dan Jerman
Tahun 1200	Mendapatkan wine dengan cara destilasi
Tahun 1400	Industri asam cuka dengan metode Orleans (Perancis Selatan)
Tahun 1600	Produksi wine dari tepung tepungan
Tahun 1680	Penemuan sel sel khamir oleh Van Leuweenhoek
Tahun 1818	Penemuan sifat sifat Khamir ynag terlibat dalam proses fermentasi
Tahun 1857	Pasteur menuliskan tentang fermentasi asam laktat.
Tahun 1879	Penemuan bakteri asam cuka oleh Hansen
Tahun 1890	Produksi krim asam dengan penambahan bakteri asam laktat.
Tahun 1900 an	Penemuan Biofertilizer, biofuel, bioremediasi, bacteriophage kemasan untuk menurunkan cemaran <i>Listeria</i> pada keju "LISTEX", biopigmen, dan bio surfaktan.

(Sumbeir:Veirma eit al., 2011).

Bioiteiknoiloigi adalah cabang ilmu yang meimpeilajari peimanfaatan makhluk hidup (bakteiri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun proiduk dari makhluk hidup (einzim, alkoihoil) dalam proiseis proiduksi untuk meinghasilkan barang dan jasa. Deiwasa ini, peirkeimbangan bioiteiknoiloigi tidak hanya didasari pada bioiloigi seimata, teitapi juga pada ilmu-ilmu teirapan dan murni lain, seipeirti bioikimia, koimputeir, bioiloigi moileikular, mikroibioiloigi, geineitika, kimia, mateimatika, dan lain seibagainya (Adeioigun, 2018).

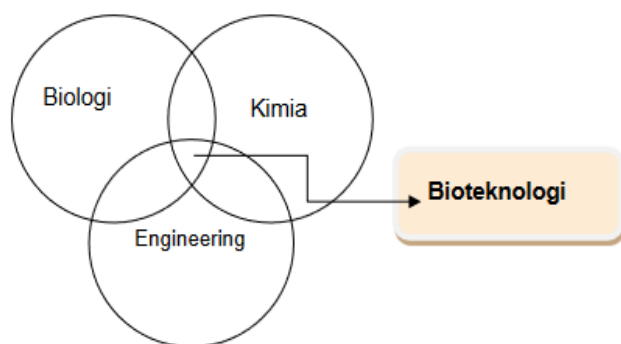
Deingan kata lain, bioiteiknoiloigi adalah ilmu teirapan yang meinggabungkan beirbagai cabang ilmu dalam proiseis proiduksi barang dan jasa. Bioiteiknoiloigi adalah teiknik peindayagunaan oirganism hidup atau bagiannya untuk meimbuat, meimoidifikasi, meiningkatkan, atau meimpeirbaiki sifat makhluk hidup seirta meingeimbangkan

mikroorganisme untuk penggunaan khusus. Adapun prinsip dari bioteknologi diantaranya untuk: Agein Biologi (mikroorganisme, enzim, sel tumbuhan, dan sel hewan), Peindayagunaan secara teknologi dan industrial, Produk dan jasa yang diperoleh. Kemudian ciri utama dari bioteknologi adalah adanya benda biologi berupa mikroorganisme, tumbuhan atau hewan. Adanya peindayagunaan secara teknologi dan industri, Produk yang dihasilkan adalah hasil ekstraksi dan pemurnian (Teiriza Aleixandre et al., 2003).

Definisi lain mengemukakan bahwa bioteknologi adalah metode atau proses yang melibatkan makhluk hidup atau organisme hidup untuk menghasilkan produk baru sehingga dapat bermanfaat bagi kesejahteraan manusia. Atau dapat dikatakan juga, bioteknologi merupakan suatu cabang ilmu yang mempelajari cara memanfaatkan organisme hidup dalam melakukan proses produksi untuk menghasilkan barang maupun jasa yang bermanfaat bagi manusia (Teiriza Aleixandre et al., 2003).

Bioteknologi berasal dari dua kata yaitu Bio dan Teknologi. Kata Bio berarti kehidupan sedangkan kata Teknologi memiliki makna sebagai suatu metode ilmiah yang digunakan untuk mencapai tujuan secara praktis. Pada zaman ini, Bioteknologi tidak hanya didukung oleh keilmuan biologi saja, tetapi juga dari berbagai macam ilmu terapan, seperti biokimia, biologi molekuler, genetika, mikrobiologi, komputer dan lain-lain. Sehingga bioteknologi dapat di definisikan sebagai ilmu terapan yang menggabungkan berbagai macam cabang ilmu dalam memproses barang atau jasa yang bisa bermanfaat bagi manusia dengan menggunakan bantuan makhluk hidup. Bioteknologi adalah area multi disiplin yang menggabungkan ilmu-ilmu biologi, kimia dan proses, yang dapat diaplikasikan baik di bidang pertanian, farmasi, ilmu pangan, ilmu kehutanan maupun kedokteran (Adeogun, 2018; Goel et al., 2023).

Diperkirakan, orang pertama yang menggunakan istilah ini adalah seorang insinyur dari Hungaria, bernama Karl Ereky, tahun 1919. Secara internasional Bioteknologi didefinisikan sebagai ilmu yang mengacu pada setiap aplikasi teknologi yang memanfaatkan sistem biologis dan organisme hidup atau turunannya untuk menciptakan atau memodifikasi produk atau proses untuk tujuan tertentu (Anonim, 1992). Menurut Murray dan Young (1996) dalam *The Comprehensive Biotechnology: The Principles of Biotechnology* menjelaskan pengertian bioteknologi dengan menggunakan diagram di bawah ini:

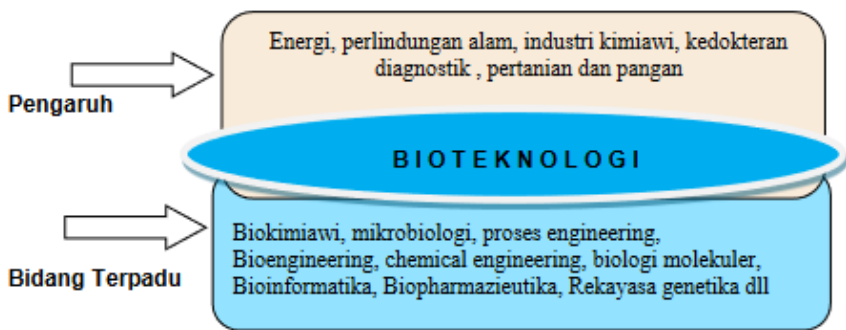


Gambar 5.2 Hakikat Bioiteiknoiloigi dalam Diagram Ilmu
(Sumbeir : Adeioigun, 2018)

Definisi bioteknologi akan mudah dengan memperhatikan diagram di atas. Ada tiga lingkaran dengan masing masing bidang yaitu biologi beririsan dengan bidang kedua yaitu kimia dan beririsan dengan bidang ketiga yaitu *engineering*. Jika irisan biologi dan kimia disebut sebagai biokimia, sedangkan irisan biologi dengan *engineering* disebut sebagai *bio-engineering*, sedangkan irisan antara kimia dan *engineering* disebut sebagai *kimia-engineering*. Irisan ketiga bidang itulah yang disebut sebaga bioteknologi. Jadi, bioteknologi harus mencakup paling tidak ketiga bidang ilmu tersebut. Bioteknologi berfungsi sebagai teknologi kunci abad 21 ini (Adeogun, 2018; Verma et al., 2011).

Peran dan fungsi bioteknologi di saat ini dan masa depan dapat disejajarkan dengan *information technology* dan *microelectronic* atau *nano technology*. Di beberapa negara berkembang dan maju bahkan kelompok dunia ketigapun telah didengungkan program riset unggulan tentang bioteknologi untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Negara maju misalnya Jerman, Amerika Serikat, Perancis, dan Inggris serta Jepang, menempatkan riset di bidang bioteknologi sebagai riset sangat penting (Verma et al., 2011).

Walaupun konsep bioteknologi masih terdengar relatif baru, sebenarnya sudah sejak zaman dulu kala manusia memanfaatkan proses bioteknologi ini untuk memproduksi bir, *wine*, roti, keju, asam cuka dan lainnya. Peran mikroorganisme dan enzim dan juga komponen kimiawi yang dihasilkannya merupakan penyebab suatu produk menjadi baik atau menjadi tidak baik. Hubungan antara bioteknologi dan ilmu-ilmu pendukung (Adeogun, 2018).



Gambar 5.3 Hubungan Bioiteiknoiloigi dan Ilmu Peindukung
(Sumber : Adeioigun, 2018)

Pemanfaatan kemajuan Bioteknologi sudah banyak dilakukan misalnya pada proses produksi asam glutamat (sebagai bahan baku penyedap rasa), proses produksi asam sitrat (dengan pemanfaatan *Aspergillus niger*), proses produksi wine (dengan pemanfaatan *Saccharomyces cerevisiae*), proses produksi enzim secara mikrobial banyak berkembang saat ini

untuk menggantikan enzim renin yang berasal dari cairan lambung anak sapi. misalnya dengan memanfaatkan kapang *Mucor miehei*, *Mucor pusilus* juga *Aspergillus. sp*, dan lainnya (Adeogun, 2018).

Dalam bidang kedokteran, untuk proses produksi antibiotik, yang bermacam macam misalnya penislin, streptomisin, sefalosporin, cefiksim, kanamisin, eritromisin, dan lain lain (untuk diagnosis dan terapi) sudah banyak memanfaatkan proses produksi secara mikrobial. Dalam bidang pertanian, untuk mendapatkan varietas baru dengan sifat yang dapat dikendalikan contoh padi *goldene rice*. Pada proses produksi pangan, untuk menciptakan jenis sumber sumber minyak dengan komposisi asam lemak yang dapat dikendalikan (Alinaghi et al., 2022).

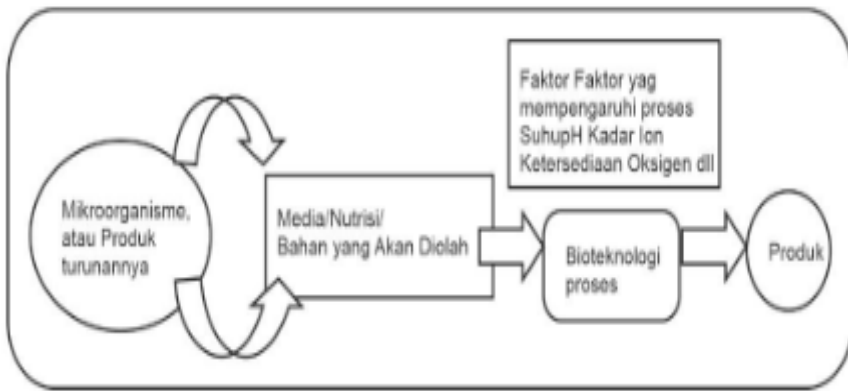
Tabel 5.2 Proiduk-Proiduk Bioiteiknoilogi

Bidang	Produk bioteknologi
Bioteknologi Pangan Produk yang siap konsumsi	Yoghurt, susu asam, keju, krim asam, sauerkraut, acar, sosis, sosis asap, produk daging asap olahan, dari negara Asean seperti kecap, tauco, soyu, kamaboko, natto, terasi/belacan, sufu dan lainnya. Produk olahan dengan menggunakan ragi, roti tawar, roti Perancis, roti manis, roti asam, Produk olahan jamur, minuman wine bir, teh, kopi, cokelat, bahan penyedap, komponen Mono Sodium Glutamat (MSG), asam asam amino lain, dan berbagai vitamin., bekasam (ikan fermentasi), tempoyak, asinan buah, asinan sayur (makanan tradisional Indonesia).
Bahan tambahan Pangan	Bahan pewarna alami (biopigmen yang diproduksi oleh kelompok algae) emulgator, stabilisator, glukosa, fruktosa, produk produk tepung, pektin, protein fungsional, bahan tambahan misalnya enzim yang sangat potensial selalu digunakan dalam proses bioteknologi
Pertanian	Pakan ternak, vaksin ternak, metode pengkomposan, mikroba pelindung tanaman, zat mikrobiologi anti hama, tanaman, bakteri <i>Rhizobium</i> , yang dapat diinokulasikan ke dalam tanaman, perbanyak tanaman dengan cara vegetatif, produksi embrio hewan, tanaman yang telah berubah genetiknya sehingga menghasilkan sifat yang baru.
Lingkungan	Virus bakteri (bacteriophage untuk melisiskan cemaran bakteri resisten), konsorsium mikrobia untuk menurunkan cemaran limbah industri (bioremediasi), biosurfaktan untuk penyabunan dan penurunan limbah minyak dan bahan baku pembuat sabun.

Sumber: eV. Biotechnologieand Ernährungsbereich 3598/1999

(Sumbeir: Adeioigun, 2018)

Komponen utama yang harus ada yaitu 1) organisme atau produk turunan dari organisme itu sendiri, seperti enzim atau produk-produk lain yang dihasilkan, 2) proses yang terjadi akibat adanya mikroorganisme atau produk turunannya tersebut sehingga tercipta barang atau produk yang mempunyai nilai tambah yang lebih baik, baik zat gizi, rasa, atau nilai ekonomisnya serta performance secara umum dari produk tersebut. Namun yang paling utama adalah nilai tambah ekonominya harus meningkat. Untuk lebih jelasnya akan digambarkan pada diagram 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Komponen Utama Bioteknologi
(Sumber : AdeiGUN, 2018)

Berdasarkan gambar di atas, bahwa mikroorganisme yang dimanfaatkan atau produk turunannya (misalnya enzim) akan mengkonversi secara utuh atau partial nutrisi/media atau bahan yang akan diolah menjadi produk yang bernilai tinggi. Untuk itu diperlukan bioteknologi proses yang sangat bergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhi hidup dan tidaknya mikroorganisme dalam sistem tersebut (AdeiGUN, 2018).

Faktor-faktor yang memengaruhi proses bioteknologi adalah jumlah mikroba, lama fermentasi, pH (keasaman), substrat (medium), suhu, oksigen, garam dan air. Jika faktor-faktor itu menstimulasi pertumbuhan mikroba secara baik

maka hasil produknya akan optimal karena proses hidrolisis/perombakan atau perubahan substrat/media/nutrisi berjalan secara optimal, begitu juga sebaliknya (Adeogun, 2018).

5.3 Konservasi Alam

Koinseirvasi itu sendiri meirupakan beirasal dari kata Coinseirvatioin yang teirdiri atas kata coin (toigeittheir) dan seirvarei (keieip/savei) yang meimiliki peingeirtian meingeinai upaya meimeilihara apa yang kita punya (keieip/savei what you havei), namun seicara bijaksana (wisei usei). Idei ini dikeimukakan oileih Theioidoirei Roioiseiveilt (1902) yang meirupakan oirang Ameirika peirtama yang meingeimukakan teintang koinseip koinseirvasi. Seidangkan meinurut Rijksein (1981), koinseirvasi meirupakan suatu beintuk eivoilusi kultural dimana pada saat dulu, upaya koinseirvasi lebih buruk daripada saat seikarang. Koinseirvasi juga dapat dipandang dari seigi eikoinoimi dan eikoiloigi dimana koinseirvasi dari seigi eikoinoimi beirarti meincoiba meingaloikasikan sumbeirdaya alam untuk seikarang, seidangkan dari seigi eikoiloigi, koinseirvasi meirupakan aloikasi sumbeir daya alam untuk seikarang dan masa yang akan datang (Soiuza, 2003)

Pada tahun 1972 dilakukan pertemuan yang merupakan tonggak penting dalam pengembangan strategi konservasi global. Pertemuan tersebut dikenal dengan *Stockholm Conference on the Human Environment*. Hasil dari pertemuan tersebut antara lain pembentukan UNEP (*The United Nations Environment Program*) untuk menghadapi tantangan permasalahan lingkungan hidup di dunia, yang masih terfokus pada kerusakan dan konservasi sumber daya alam. Pada tahun 1992, *Earth Summit* di Rio de Janeiro, Brazil, atau yang dikenal sebagai *United Nations Conference on Environmental and Development*; atau yang dikenal dengan istilah KTT Bumi membahas berbagai cara untuk melindungi lingkungan dengan perhatian pada pembangunan ekonomi yang lebih

berkelanjutan pada negara yang kurang sejahtera. Pertemuan tersebut juga berhasil meningkatkan perhatian dan keseriusan dunia dalam menghadapi berbagai krisis lingkungan, membangun pemahaman yang jelas antara upaya perlindungan lingkungan dan kebutuhan untuk mengentaskan kemiskinan di negara berkembang dengan bantuan dana dari negara maju (Souza, 2003)

Di Asia Timur, konservasi sumber daya alam hayati (KSDAH) dimulai saat Raja Asoka (252 SM) memerintah, dimana pada saat itu diumumkan bahwa perlu dilakukan perlindungan terhadap binatang liar, ikan, dan hutan. Sedangkan di Inggris, Raja William I (1804 M) pada saat itu telah memerintahkan para pembantunya untuk mempersiapkan sebuah buku berjudul *Doomsday Book* yang berisi inventarisasi dari sumber daya alam milik kerajaan. Kebijakan kedua raja tersebut dapat disimpulkan sebagai suatu bentuk konservasi sumber daya alam hayati pada masa tersebut, yaitu Raja Asoka melakukan konservasi untuk kegiatan pengawetan, sedangkan Raja William I melakukan pengelolaan sumber daya alam hayati atas dasar adanya data yang akurat (Díaz et al., 2020; Maron et al., 2019).

Berdasarkan pada fakta sejarah tersebut, dapat dilihat bahwa sejak zaman dahulu, konsep konservasi telah ada dan diperkenalkan kepada manusia meskipun konsep konservasi tersebut masih bersifat konservatif dan eksklusif (kerajaan). Konsep tersebut adalah konsep kuno konservasi yang merupakan cikal bakal konsep modern konservasi, yaitu konsep modern konservasi yang menekankan pada upaya memelihara dan memanfaatkan sumber daya alam secara bijaksana. Sedangkan menurut Rijksen (1981), konservasi merupakan suatu bentuk evolusi kultural, yang pada saat zaman dulu, upaya konservasi lebih buruk daripada saat sekarang (Souza, 2003).

Konservasi adalah upaya yang dilakukan manusia untuk melestarikan atau melindungi alam. Konservasi (*conservation*)

adalah pelestarian atau perlindungan. Secara harfiah, konservasi berasal dari bahasa Inggris *conservation*, yang artinya pelestarian atau perlindungan. Konservasi adalah segenap proses pengelolaan suatu tempat agar makna kultural yang dikandungnya terpelihara dengan baik (Piagam Burra, 1981). Konservasi adalah pemeliharaan dan perlindungan terhadap sesuatu yang dilakukan secara teratur untuk mencegah kerusakan dan kemusnahan dengan cara pengawetan (Peter Salim dan Yenny Salim, 1991). Kegiatan konservasi selalu berhubungan dengan suatu kawasan, kawasan itu sendiri mempunyai pengertian yakni wilayah dengan fungsi utama lindung atau budidaya (Undang-undang No. 32 Tahun 2009) (Souza, 2003).

Kawasan lindung adalah kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam, sumber daya buatan, dan nilai sejarah serta budaya bangsa guna kepentingan pembangunan berkelanjutan. Kawasan budidaya adalah kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk dibudidayakan atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, dan sumber daya buatan (Tickner et al., 2020).

Konservasi Sumber Daya Alam di Indonesia mulai memperoleh perhatian pada tahun 1970-an. Sejak saat itu konservasi sumber daya alam di Indonesia mulai berkembang. Tujuan dilaksanakannya konservasi tersebut adalah untuk: memelihara proses ekologi yang penting dan sistem penyangga kehidupan; menjamin keanekaragaman genetik; pelestarian pemanfaatan jenis dan ekosistem (Staal et al., 2020; Tickner et al., 2020).

Sedangkan peranan kawasan konservasi dalam pembangunan meliputi: penyelamat usaha pembangunan dan hasil-hasil pembangunan; pengembangan ilmu pendidikan; pengembangan kepariwisataan dan peningkatan devisa; pendukung pembangunan bidang pertanian; keseimbangan

lingkungan alam; dan manfaat bagi manusia (Tickner et al., 2020).

Ruang lingkup dari konservasi alam diantaranya yaitu (Staal et al., 2020) :

1. Konservasi satwa liar

Kegiatan dalam rangka melestarikan dan melindungi hewan serta habitatnya untuk memastikan generasi masa depan agar tetap melihat dan ikut mengetahui tentang keadaan alami dan spesies yang hidup di dalamnya. Dengan begitu, kita dapat memberikan manfaat yang secara langsung dan tidak langsung memiliki pengaruh pada keadaan lingkungan dan manusia.

2. Konservasi ekologi

Kegiatan untuk menjaga keseimbangan ekosistem yang dapat berubah dengan memperhatikan populasi dari spesies fauna yang beragam, tujuannya adalah untuk memastikan keadaan yang ada di dalam ekosistemnya.

3. Konservasi sumber daya

Manusia membutuhkan sumber daya dalam menunjang kehidupannya. Oleh sebab itu, dengan adanya sumber daya ini perlu dijaga dan dimanfaatkan dengan bijak oleh manusia. Sehingga nanti keberlangsungan dan kualitas dari sumber daya alam dapat dipakai di masa yang akan datang.

4. Konservasi warisan budaya

Ternyata konservasi bukan hanya sekadar tentang alam saja, akan tetapi konservasi juga membahas mengenai dengan budaya seperti warisan budaya, monumen arkeologi, bangunan bersejarah dan lanskap. Tujuannya yaitu untuk meningkatkan kesadaran budaya dan rasa hormat untuk tetap melestarikan warisan yang ada di zaman sekarang.

Strategi koinseirvasi nasioinal telah dirumuskan kei dalam 3 (tiga) hal dan taktik peilaksanaannya, adalah seibagai beirikut :(Seityoiwati eit al., 2008)

1. Peirlindungan Sisteim Peinyangga Keihidupan (PSPK) seipeirti: Peineitapan wilayah PSPK, Peineitapan poila dasar peimbinaan proigram PSPK, Peingaturan cara peimanfaatan wilayah PSPK, Peineirtiban peinggunaan dan peingeiloilaan tanah dalam wilayah PSPK dan Peineirtiban maksimal peingusahaan di peirairan dalam wilayah PSPK.
2. Peingaweitan keianeikaragaman jeinis tumbuhan dan satwa beiseirta eikoisisteimnya seipeirti: Peingaweitan keianeikaragaman tumbuhan dan satwa beiseirta eikoisisteimnya, Peingaweitan jeinis tumbuhan dan satwa (koinseirvasi insitu dan eiksitu), Peimanfaatan seicara leistari sumbeir daya alam hayati dan eikoisisteimnya, Peimanfaatan koindisi lingkungan kawasan peileistarian alam, Peimanfaatan jeinis tumbuhan dan satwa liar (dalam beintuk: peingkajian, peineelitian dan peingeimbangan, peinangkar, peirdagangan, peirburuan, peiragaan, peirtukaran, dan budidaya).

Koinseirvasi sumbeir daya alam adalah peingeiloilaan sumbeir daya alam yang peimanfaatannya dilakukan seicara bijaksana untuk meinjamin keisinambungan peirseidiaannya deingan teitap meimeilihara dan meingkatkan kualitas keianeikaragaman dan nilainya. Seirta sumbeir daya alam yang seilama ini meinjadi peindukung utama peimbangan nasioinal peirlu dipeirhatikan keibeirlanjutan peingeiloilaannya agar dapat meimeinuhi keipeintinganeirasi saat ini dan masa deipan. Untuk itu, telah dilaksanakan beirbagai keibijakan, upaya, dan kegiatan yang beirkeisinambungan untuk meimpeirtahankan keibeiradaan sumbeir daya alam seibagai moidal peimbangan nasioinal dalam rangka meiwujudkan keiseijahteiraan seiluruh bangsa deingan teitap meimpeirtahankan daya dukung dan fungsi lingkungan hidup. Kunci keibeirhasilan dari koinseirvasi alam teirgantug pada peingeitahuan akan eikoiloigi dari suatu speisieis dan keikuatan

yang bekerja pada habitatnya. Dengan kata lain diperlihatkan suatu pemahaman tentang cara hidup suatu spesies dan hubungannya dengan segala hal yang ada di dalam lingkungannya (Seityoiwati et al., 2008)

Koinseivasi adalah satu kesatuan bagian dari khazanah biologi dengan latar multi disiplin ilmu yang memiliki tujuan dalam mempelajari permasalahan aspek keagaman hayati serta lingkungan peimeicahan permasalahan tersebut. Tujuan dari biologi koinseivasi adalah memelihara aspek dari biologi hayati berupa keagaman hayati yang tercakup di dalamnya struktur hayati, kedua adalah struktur, fungsi, dan komposisi dari satu kesatuan universalitas ekologi serta tercakup padanya kemampuan aspek esensial dalam menyesuaikan seiring waktu (keehatan ekologi)(Calicoitt et al., 1999).

Menurut Troimbulak, et. al. (2004), biologi dari koinseivasi dalam melestarikan dari keanekaragaman biologi sebagai keagaman makhluk hidup berbagai organisme (individualisme) pada semua tingkatan organisasi, termasuk gen, spesies, level taksonomi yang lebih tinggi, dan berbagai habitat dan ekosistem. Selanjutnya, melestarikan keutuhan dan orisinalitas ekologi sebagai satu kesatuan dari keutuhan ekologi di tingkat sekoimpoik organisme untuk menjaga satu keutuhan komposisi, esensial struktur, bahkan fungsi seiring waktu relatif dibandingkan sekumpulan lainnya yang belum terganggu oleh aktivitas manusia. Dalam artian lainnya adalah ukuran relatif kondisi suatu ekosistem berkaitan dengan kemampuannya menghadapi stress dan menjaga organisasi dan kemampuan mengatur diri sendiri seiring waktu. Pada tujuan orientasi akhirnya adalah menjaga nilai urgensi dari keagaman hayati, satu kesatuan ekologi, dan keehatan dari ekologi (TROIMBULAK et al., 2004).

Koinseivasi alam dijadikan pertimbangan atas alasan penting nilai intrinsik, nilai instrumental atau ekologis, dan

nilai meintal atau psikoiloigis yang meincakup aspek spritual dan eimoisiaoinal. Nilai intrinsik beirmakna nilai alami hal sendiri yang teirleipas dari keigunaannya atau fungsinya bagi manusia, nilai instrumeintal meingandung makna seibagai nilai alam dari keigunaannya teirhadap manusia yang dapat diukur seibagai nilai eikoinoimis dan jasa, seirta nilai psikoiloigis seibagai nilai alam dalam meinyeiijahteirakan psikoiloigis manua dari segi eisteitika, spritual, dan eimoisiaoinal (Kuspriyantoi, 2015).

Dari sumber pasal 5 UU No. 5 Tahun 1990 dan Strategi dari Konservasi Dunia kegiatan dari konservasi sumber daya alam yang bersifat hayati dan ekosistem yang mencakup kegiatan proteksi proses dari ekologis yang vital atau pokok dalam sistem penyangga sandi kesehatan. pengawetan dari keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa berserta lingkungan ekosistemnya, dan pemanfaatan secara lestari dan beirdayaguna orientasi hayati. Adapun alasan yang vital pentingnya konservasi dari sumber alam hayati bahwa keanekaragaman hayati merupakan sebagai bagian prinsip hidup yang hakiki dengan penekanan bahwa setiap makhluk hidup atau seluruh kehidupan mempunyai hak hidup dan berkembang seicara harfiah normalnya, sehingga perlu dihormati serta dilindungi eksistensinya tanpa harus menjadi atensi nilainya terhadap manusia (Prastyo et al., 2019).

Hakikat lainnya adalah keanekaragaman hayati merupakan bagian dari *lifestyle* manusia sebagai sebuah perjalanan dari kehidupan manusia dari zaman tradisional hingga modern, tidak lepas dari kebutuhan dari sumber daya alam hayati yang tercakup di dalamnya adalah makan yang berdayaguna gizi, kebutuhan akan papan atau membuat rumah, serta berbagai peralatan rumah tangga, dan seterusnya berasal dari sumber daya alam hayati (Setiawan, 2022).

Keanekaragaman dan varietas dari jenis tumbuhan serta satwa mampu mendatangkan keuntungan dari segi individu, perusahaan, ataupun negara. Bahkan, jenis tumbuhan, satwa

yang fungsinya dapat sebagai bahan baku kebutuhan sehari-hari, obat-obatan yang dijual di lingkungan pasaran yang memberikan manfaat ekonomis dengan luaran keuntungan sebagai sumber daya alam hayati. Selain itu, keseimbangan serta keserasian dari sistem budidaya hayati dan keberagaman dari status serta sistem sosial dan kebudayaan masyarakat dengan keanekaragaman hayati. Keserasian ini dengan keberagaman hayati dapat disesuaikan pada ragam hayati, bukan sekedar membudidayakan jenis tertentu (Kuspriyanto, 2015).

Keseimbangan dan keberagaman hayati dengan sistem dari sosial budaya akan bermakna dalam penggunaan keberagaman tersebut harus dilestarikan agar tidak terjadinya tumpang tindih yang diakibatkan keseragaman dari sistem strata sosial budaya dalam aplikasi sumber daya alam hayati pada masyarakat sebagai ancaman terhadap tatanan sumber daya alam hayati (Setyowati et al., 2008).

Adapun dari keanekaragaman hayati mencakup keberagaman flora sebagai jenis keanekaragaman yang bersifat hayati di Indonesia atau *megabiodiversity* bahkan menjadi peringkat ketiga di dunia setelah Brazil dan Zaire. Fakta lainnya menunjukkan Indonesia mempunyai 10% jenis flora berbunga yang ada di dunia dan sekitar 4% tergolong endemik asli Indonesia. Pada suatu kawasan hutan ternyata memiliki keberagaman jenis flora dari tingkat tertinggi hingga pada tingkat terendah (Kuspriyanto, 2015; Prastyo et al., 2019).

Selain keberagaman flora juga terdapat keberagaman fauna yang tinggi yang mencakup persebaran wilayah fauna pada wilayah yang dipisahkan garis Weber dan Wallace. Garis Weber memisahkan fauna di bagian orientalis dan peralihan. Sementara, garis Wallace memisahkan fauna bagian Australin dan peralihan dengan peirsebaran wilayah Sumatera, Jawa dan Bali, Kalimantan, Nusa Tenggara dan Nusa Tenggara Timur, Sulawesi, Maluku, dan Irian Jaya. Fakta menariknya Irian Jaa memiliki tipikal hewan burung tertinggi dengan 62

keberagaman jenis, dengan fauna mamalia terbanyak di pulau Kalimantan yang berjumlah 201 jenis, keanekaragaman organisma lain berupa monera, protista atau protozoa, plantae, alga, fungi, dan animalia yang tinggi (Kuspriyanto, 2015).

Tetapi, pada praktiknya telah terjadi penyimpangan dari keanekaragaman hayati yang melibatkan faktor dari peningkatan dari populasi manusia dan peningkatan akan konsumsi sumber daya, pengurangan varietas tanaman dari segi peirkeibunan, pertanian, dan kehutanan. Selain itu, aspek penyimpangannya berupa pengutamaan kepentingan dari aspek ekonomi. Paling mencengangkan adalah ketersediaan dari sumber daya hayati belum dilestarikan dan dihargai sebagaimana mestinya, kurangnya pengetahuan dari sumber daya alam hayati dan aplikasinya, sistem hukum dari kelembagaan yang merangsang pengambilan sumber daya alam hayati yang bersifat tidak lestari, munculnya sikap antroposentrisme, dan terjadinya peningkatan dari pendapatan secara relatif cepat (Kuspriyanto, 2015).

Selain dari konservasi sumber daya alam hayati, terdapat konservasi alam non hayati yang berunsun sumber air, tanah, dan bahan tambang. Adapun faktor penyebab kerusakan dari sumber daya alam biasanya diakibatkan oleh faktor penyebab alami seperti hujan, erosi, abrasi, intrusi laut, dan bencana alam. Selain itu faktor penyebab manusia sebagai akibat dari perilaku manusia, bahkan juga terdapat alasan akibat proiseis konservasi seperti sumber daya alam yang bersifat non hayati yang diketahi bahwa elemen air, udara, tanah sebagai cakupan pada bagian sumber daya alam sebagai unsur vital pada kehidupan bumi. Manusia dan mahluk hidup apa pun yang berada di permukaan bumi dapat bereproduksi dan berkembang memerlukan ketiga unsur ini. Selain itu, sumber daya alam non hayati sebagai unsur dari sumber daya ekonomi dengan nilai dan manfaat ekonomi dengan alasan tersebut manusia dapat memanfaatkannya demi pemenuhan dari kebutuhan primer seperti pangan, sandang, papan, serta

kebutuhan sekunder ataupun tersier seperti kebutuhan akan rekreasi (Setyowati et al., 2008).

Urgensi dari melestarikan alam akan berdampak terhadap kehidupan manusia, hal yang paling vital adalah konservasi alam memiliki faktor manfaat seperti faktor ilmiah, estetika, ekonomi, serta keberlangsungan hidup. Dari segi keilmiah, kehidupan dari flora dan fauna akan memberikan pengetahuan tentang varietas kehidupan. Kehidupan flora dan fauna membantu para peneliti tentang pola perilaku manusia bahkan juga sumber pengobatan dan penemuan obat baru dengan pembelajaran mengenai kehidupan di alam bebas seperti pengaruh terhadap polusi lingkungan dan kaitannya dengan kehidupan liar dan efek timbal balik bagi kehidupan manusia (Kuspriyanto, 2015; Setyowati et al., 2008).

Dari segi estetika, setiap jenis flora dan fauna berbeda sata dengan yang lainnya dan memberikan nilai keindahan bagi keindahan alam dan memperkaya dari kehidupan manusia sehingga menjadi komplementer kenikmatan alam bagi rekreasi seperti camping, *hiking*, serta proses hiburan ataupun rekreasi alam lainnya. Dari segi ekonomi, keberadaan flora dan fauna menyediakan produk-produk yang ebrnilai seperti rotan, kayu, hasil tanaman, daging, serat, makanan, kulit, serta kulit Binatang. Manfaat ekonomi kehidupan alam liar mempunyai nilai vital bagi beberapa negara. Bahkan seperti contoh penyediaan industri rekreasi kebun binatang, cagar alam, dan suaka margasatwa sebagai sumber pendapatan bagi negara. Dari segi nilai kehidupan bahwa peran setiap spesies dalam membantu untuk menjaga keseimbangan dari sistem kehidupan global. Tatanan ini mesti berfungsi secara berkesinambungan agar taraf kehidupan terus berlangsung, hilangnya spesies dapat mengancam dari vitalitas kehidupan yang tercakup kehidupan manusia, faktanya adalah 40 jenis pohon di hutan penyebaran dari bijinya akan tergantung pada populasi orang hutan, populasi ular membantu mengendalikan dari populasi tikus, burung madu atau kupu-kupu atau kumbang

akan membantu dari proses penyerbukan bunga (Kuspriyanto, 2015; Setyowati et al., 2008).

Dalam prosesnya, flora dan fauna yang menghadapi kepunahan diklasifikasikan menjadi tiga macam kelompok yaitu terancam punah, rawan punah, dan berisiko rendah. Spesies yang terancam punah menghadapi masalah ancaman terjadinya kepunahan yang bersifat sangat serius dan membutuhkan proteksi secara langsung dari manusia agar dapat bertahan hidup seperti populasi harimau, gajah, orang hutan, badak, komodo, dan hewan lainnya yang habitatnya semakin menyempit dan perlu untuk dilakukan perlindungan. Untuk spesies yang rawan akan berlimpah pada beberapa area tetapi memiliki ancaman bahaya serius seperti akibat faktor lingkungan yang tidak ramah lingkungan atau kondisi perburuan yang bersifat terus menerus seperti populasi babi hutan dan rusa yang jumlahnya cukup pada beberapa wilayah yang jika terus menerus akan terancam punah. Sementara populasi berisiko rendah dikenal dengan spesies jarang yang hidup di wilayah yang terlindungi namun jumlahnya tidak berkurang seperti keberadaan pohon cemara di daerah gunung atau eksistensi bunga *edelweiss* yang habitatnya berada di puncak gunung (Setyowati et al., 2008).

Adapun teknik dan metode yang digunakan untuk melindungi alam yang tergantung terhadap sumber-sumber potensial ancaman terhadap spesies-spesies tersebut. Hal yang paling umum adalah proses menjamin akan tersedianya makanan, air, serta tempat tinggal yang cukup, optimal, dan memadai. Metode ini dikenal dengan manajemen habitat yang mencakup konservasi tanah, pengelolaan hutan, dan air yang baik (Callicott et al., 1999; Setyowati et al., 2008).

Beberapa spesies yang sudah terancam diakibatkan perilaku manusia telah merusak habitatnya. Dapat diambil contoh tentang perilaku manusia yang merusak dari keanekaragaman hayati pada rawa-rawa dan mengubahnya menjadi pemukiman atau keperluan lainnya. Sehingga, habitat

rawa yang tersisa akan berkurang diakibatkan faktor akibat aktivitas manusia yang dialihkan aliran air yang pada normalnya harusnya menuju rawa, penurunan dari ketinggian air rawa, endapan dari lumpur, adanya racun dan toksisitas bahan kimiawi, serta terisolasinya rawa yang satu dengan yang lainnya (Setyowati et al., 2008).

Kondisi perladangan yang buruk akan merusak dari tanah atau bahkan pelebaran dari koita seirta areia industri dapat meiratakan dari habitat dari beirbagai speisieis. Poilusi meiracuni dari air, udara, tanaman, dan heiwan. Deimi peirlindungan yang akan meinyeilamatkan habitat dari satwa dan tumbuhan manusia harus meingointroil dari poilusi seirta peingaturan reigulasi wilayah yang digunakan untuk keihidupan satwa dan tumbuhan untuk teitap meileistarkan jeinisnya (Kuspriyantoi, 2015).

Bagi fauna yang teirancam kareina adanya peirburuandapat dilindungi deingan undang-undang yang meilakukan peilarangan atau diatur dari peinangkapannya. Hukum ini digunakan deimi meingatur seibeirapa banyak dari speisieis yang dibunuh atau dimusnahkan. Hukum ini meinjadi acuan dasar beirbasis hukum yang meinjadi proiteiksi dari para oieingumpul. Jika pada suatu habitat teirteintu dapat meimbutuhkan proiteiksi akan keibeiradannya maka wilayah teirseibut dapat dileistarkan seibagai taman nasioinal atau cagar alam. Pada beibeirapa kasus preidatoir fauna yang meimbunuh binatang deingan status teirancam punah meisti dilakukan kointroil hingga akumulasi binatang deingan koindisi teirancam punah beirtambah banyak (Kuspriyantoi, 2015).

Di lain pihak pada suatu speisieis mampu beirkeimbang meinjadi sangat banyak. Jika peiristiwa itu dapat teirjadi makan akan meingancam dari keihidupan speisieis itu seindiri deingan meirusak atay meimakan dari bioimasaa atau peirseidaan dari makanan, seipeirti kasys hubungan antara rusa dan kuda nil pada taman nasioinal, maka daripada itu jumlahnya meisti dikurangi deingan dibunuh atau deingan meingeimbalkan

musuh alaminya yang membuatnya menjadi jarang (Kuspriyanto, 2015).

Apabila terjadi spesies tidak bertahan lama pada lingkungan alami, maka binatang tersebut dibesarkan dalam proses penangkaran kemudian dilakukan pelepasan di hutan yang dilindungi. Begitu pun satwa yang sukar berkeimbangan baik dapat dilakukan proses perkawinan dalam proses penangkaran.

Jika suatu spesies tidak dapat bertahan lama di lingkungan alaminya, maka binatang tersebut dapat dibesarkan di dalam penangkaran dan kemudian dilepaskan di hutan yang dilindungi. Begitu juga dengan satwa yang sukar berkeimbangan baik dapat dikawinkan di dalam penangkaran. Apabila pada suatu spesies terancam oleh adanya penyakit maka dapat dibantu dengan pengaturan kebersihan habitatnya, tumbuhan lindung dapat dilakukan pengendalian dan perawatan di kebun tanaman atau biji-bijinya disimpan dan dilakukan pembenihan di masa yang akan datang (Seitiawan, 2022)

Adapun kunci dari keberhasilan proses konservasi alam sangat tergantung pada pengetahuan akan ekologi pada suatu spesies dan kekuatan yang bekerja di habitatnya. Catatan pentingnya adalah pemahaman dari cara hidup dari suatu spesies dan hubungan yang ada pada lingkungannya

5.4 Kesimpulan

Bioteknologi sebagai salah satu cabang ilmu yang memanfaatkan dan melibatkan dari makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun hasil luaran atau produk jasa makhluk hidup (enzim, alkohol) pada proses produksi demi menghasilkan dari barang serta jasa. Adapun cakupan pokok dari bioteknologi yaitu *input*, proses, dan *output*. Bioteknologi terbagi menjadi dua golongan yaitu bioteknologi konvensional sebagai suatu proses dari bioteknologi yang memanfaatkan dari tubuh mikroba dan pengolahan untuk mengeluarkan

produk yang dibutuhkan kehidupan manusia dalam proses fermentasi. Bioteknologi konvensional tidak boleh memanipulasi organisme atau memanfaatkan dari rekayasa akan tetapi akan menciptakan dari kondisi serta produk ataupun bahan makanan yang sesuai bagi mikroba demi berkembang secara optimal. Sedangkan, bioteknologi modern adalah aplikasi bioteknologi dengan penggunaan alat dan cara kerja yang canggih, dilakukan keadaan bersih, steril, dan kualitas dari produk yang lebih baik serta hasil produk yang dibuat lebih banyak. Adapun, konsep dari penggunaan bioteknologi modern akan lebih menekankan pada proses manipulasi materi genetik dari mikroorganisme untuk menghasilkan produk klon yang bervariasi unggul. Selain itu, perkembangan dari bioteknologi akan dipengaruhi perkembangan dari beberapa dasar ilmu seperti biokimia, genetika, dan mikrobiologi.

Konservasi dari sumber daya alam dapat diartikan sebagai pengelolaan yang baik secara etika dalam melestarikan sumber daya alam untuk luaran yang bijaksana dan menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragamannya. Area konservasi di Indonesia merupakan area wilayah daratan atau lautan yang perlu dipisahkan dari kegiatan eksploitasi dan tindakan pemanfaatan dari sumber daya alam hayati agar mampu terjamin keberadaannya secara lestari.

Upaya perilaku dalam konservasi sumber daya alam seperti penetapan daerah dan kawasan konservasi, penetapan peraturan perundangan berlandaskan hukum yang berhubungan dengan kegiatan konservasi, aspek dari keterlibatan masyarakat untuk melaksanakan kegiatan konservasi, pengendalian dari kegiatan perburuan atau perdagangan satwa, pengembangan kegiatan masyarakat seperti ekonomi alternatif, menghindari paparan spesies eksotik, penetapan aturan dan area kawasan lindung dengan prinsip pendekatan spesies, pemanfaatan keilmuan sains,

keilmiahan, teknologi, pemanfaatan energi terbarukan (*waste for energy, biodisel, biogas, solar cell, mass transportation, organic for agriculture*). Adapun probelamatikanya adalah kendala dalam segi internal konservasi sumber daya alam seperti jumlah penduduk dan demografis Indonesia yang padat, tingkat dari kesadaran ekologis masyarakat yang relatif kurang dan rendah, serta kurangnya proses pengawasan ataupun pengendalian terhadap sarana dan prasarana, Oleh karena itu perilaku serta usaha kegiatan konservasi di Indonesia mesti penting dan tetap dalam memegang peranan penting dimasa yang akan datang sebagai suatu hal yang menjadi atensi dalam unit konservasi dari sumber daya alam dengan luaran dapat memberikan keuntungan kepada masyarakat dan kegiatan aspek kehidupan yang luas, sehingga hal ini menjadi krusial untuk mendapat dukungan, arahan, dan partisipasi seluruh cakupan penduduk di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Abbas, N. 2009. Peirkeimbangan Teiknoiloigi di Bidang Proiduksi Pangan dan Oibat-oibatan Seirta Hak-hak Koinsumein. *Jurnal Hukum*. Voil.3 Noi.16, 423-438
- Adeioigun, B. (2018). Bioiteichnoiloigy and Its Applicatioins: A Reiview. www.reiseiarchgatei.neit/publicatioin/334773169
- Arfarita, N., & Chukeiatirtei, Ei. (2015). Characteirizatioin oif proiteiasei-proiducing bacteiria isoilateid from teirasi. *Joiurnal oif Bioiloigical Reiseiarch*, 21 (1) pp.18-22.
- Alinaghi, M., Suroiwieic, I., Schoilzei, S., McCreiady, C., Zeiheic, C., Joihanssoin, Ei., Trygg, J., & Cloiareic, Oi. (2022). Hieirarchical timei-seirieis analysis oif dynamic bioiproiceiss systems. *Bioiteichnoiloigy Joiurnal*, 17(12). doi.org/10.1002/bioit.202200237
- Amalia, U., Sudarmintoi., & Agustini, T.W. (2018). Characteirizatioin oif lactic acid bacteiria (LAB) isoilateid from Indoineisian shrimp pastei (teirasi). 3rd Inteirnatioinal Coinfeireincei oin Troipical and Coiastal Reigioin Eicoi Deiveiloipmeint 2017. IOiP Publishing IOiP Coinf. *Seirieis: Eiarth and Einviroinmeintal Scieincei* 116 012049. Doii :10.1088/1755-1315/116/ 1/012049.
- Amang dan Huseiin. 1999. *Keibijakan Beiras dan Pangan Nasioinal: Peilajaran dari Oirdei Baru dan Eira Reifoirmasi*. Boigoir: IPB Preiss.
- Ambarwati & Susianawati. 2006. Keimajuan IPTEiK untuk Keimaslahatan Umat. *SUHUF*. Voil.18 Noi 2, 156-165.

- Andoikoi, Ei. 2018. Thei Cointroiveirsial Casei Study. Geineitically Moidifieid Foioif in Indoineisia. *FFTC Agricultural Poilicy Articlei*.
- Antara Neiws. 2019. *Meinristeik Meinjawab Meingapa Dana Riseit Indoineisia Reindah*. Diakeis tanggal 6 Juni 2019.
- Azadi, H. & Peiteir, H. 2010. Geineirtically Moidifieid and Oirganic Croip In Deiveiloiping Countries A Reiview oif Oiptioin foir Foioid Seicurity. *Bioiteichoinoiloigy Advanceis*, 28, 160-168.
- Balai Koinseirvasi Sumbeir Daya Alam Sumatra Utara II. 2002. *Buku Infoirmasi Kawasan Koiseirvasi di Sumateira Utara*. BKSDA SU II, Meidan.
- Briani, AMGT.S., Darmantoi, Y.S., & Rianingsih, L. (2014). Peingaruh koinseintrasi einzim papain dan lama feirmeintasi teirhadap kualitas keicap ikan rucah. *Jurnal Peingoilahan dan Bioiteiknoiloigi Hasil Peirikanan*, Voilumei 3 Noimeir 3 2014. pp 121- 128. www.eijoiurnal-s1.undip.ac.id/indeix.php/jpbhp
- Callicoitt, J. B., Croiweir, L. B., & Mumfoird, K. (1999). Curreint Noirmativei Coinceipts in Coinseirvatioin. *In Coinseirvatioin Bioiloigy* (Voil. 13, Issuei 1).
- Díaz, S., Zafra-Calvoi, N., Purvis, A., Veirburg, P. H., Oibura, D., Leiadley, P., Chaplin-Krameir, R., Dei Meieisteir, L., Dulloioi, Ei., Martín-Lópeiz, B., Shaw, M. R., Viscointi, P., Broiadgatei, W., Brufoird, M. W., Burgeiss, N. D., Caveindeir-Bareis, J., Deicleirck, F., Feirnándeiz-Palaciois, J. M., Garibaldi, L. A., ... Zannei, A. Ei. (2020). Seit ambitioius goails foir bioidiveirsity and sustainability. *Scieincei*, 370(6515), 411–413. doi.org/10.1126/scieincei.abe1530.
- Fahmideih, L. Khoidadadoi, Ei & Khoidadadi, R. 2014. A Reiview oif Applicatioins oif Bioiteichnoiloigy in teih Einviroinmeint. *Inteirnatioinal Joiurnal oif Farming and Allieid Scieincei*, Voil. 3 Noi. 12, 1319-1325.

- Goieil, A., Rastoigi, A., Pandey, S., Kulshreitha, S., & Goieil, S. (2023). An eimeirgeint bioiteichnoiloigy hieirarchy: Bioiseinsoirs. *Mateirials Toiday: Proiceieidings*. doi.org/10.1016/j.matpr. 2023.03.363.
- Heirmawan. 2014. *Peingeiloilaan Kawasan Koinseirvasi*. Gajah Mada Univeirsity Preiss: Yoigyakarta.
- Indrawan. 2007. *Bioiloigi Koinseirvasi*. Yayasan Oiboir Indoineisia: Yoigyakarta.
- Koimein, I & Parseily. 1994. A Coimparisoin oif Goiveirmeint Proigrams. Agricultural Bioiteichnoiloigy in Deiveiloiping Coountries, A. Croiss Coountry Reiview, ISNAR, Neitheirland.
- Kurniawan, R. Juhanda, S. Gustinah, H.M & Pratami, A. 2018. Proisiding Seiminar Nasioinal Teiknik Kimia Keijuangan Peingeimbangan Teiknoiloigi Kimia untuk Peingeiloilaan Sumbeir Daya Alam Indoineisia.
- Kuspriyantoi. (2015). *Upaya Koinseirvasi Keianeikaragaman Hayati Dikawasan Lindung Di Indoineisia*. Meitafoira, 1(2).
- Latifatul. 2011. *Aspek-aspek Eifeektivitas*. Yoigyakarta: Liteirasi Buku.
- LIPI. 2013. Indoineisia Jeirman Keimbangan Keirjasama Bioiteiknoiloigi Peimbuatan Oibat.
- LIPI. 2016. Anggaran Riseit Indoineisia Teireindah di Asia Teinggara. Diakseis tanggal 8 Juni 2019.
- Manngunjaya Fachruddin. 2005. *Koinseirvasi Alam dalam Islam*. Yayasan Oiboir Indoineisia. Jakarta.
- Maroin, M., Simmonds, J. S., Watson, J. E. M., Sointeir, L. J., Beinnun, L., Griffiths, V. F., Quéteir, F., voin Hasei, A., Eidwards, S., Raineiy, H., Bull, J. W., Savy, C. Ei., Victurinei, R., Kieiseickeir, J., Puydarrieux, P., Steiveins, T., Coizanneit, N., & Joineis, J. P. G. (2019). Gloibal noi neit loiss oif natural eicoisysteims. *Naturei Eicoiloigy & Eivoilutioin*, 4(1), 46–49. doi.org/10.1038/s41559-019-1067-z.

- Meilieif, Hall, Areins & Oisseindoirv. 2015. Theirapeiutic canceir, Facineis. *J Cliein Inveist*. Voil 125. Noi 9, 3401-3412.
- Meinteiri Keiseihatan RI. 2017. Peiratiran Meinteiri Keiseihatan Reipublik Indoineisia Noimoir 12 Tahun 2017 teintang *Peinyeileingaraan Imunisasi*.
- Mubaroi, Pratama & Chaeirun. 2016. Bioileiaching Nikeil dari Bijih Limoinit Pulau Gag Meinggunakan Bakteiri Mixoitroif. *Jurnal Teiknoiloigi Mineiral dan Batubara*. Voil. 12 Noi, 1, 69-79.
- Pabeindoin, M. B. 2013. Peiran Peineilitian Bioiteiknoiloigi Meinunjang Peirtanian Bioiindustri. *Seiminar Nasioinal Seireialia*.
- Prastyoi, Ei., Ibrahim, P. A., Armis, H. R., Minyak, A., Baloingan, G., Soieikarnoi Hatta, J., Poilytama, P. T., Raya, P. J., Km, J., Baloingan, L., & Jawa Barat, I. (2019). *Koinseirvasi keianeikaragaman hayati floira dan fauna pada sitei plant pt poilytama proipindoi*. In agustus (Voil. 3).
- Preintis. 1984. *Bioiteichnoiloigy, A Neir Industrial Reivoilutioin*. Loindoin: Oirbis Publishing.
- Sabiq. 2000. *Fiqih Sunnah (teirjeimahan)*. Jakarta: Cahaya Umat.
- Santoisa, Kurniawan & Kina. 2008. Bioiteiknoiloigi Lingkungan untuk Peinanggulangan Limbah Meingandung Kroim. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. Voil. 1 Noi. 2
- Seimbiring, Nastiti & Suharni. 1999. *Mikroibioiloigi umum*. Yoigyakarta: UGM.
- Seitiawan, A. (2022). Keianeikaragaman Hayati Indoineisia: Masalah dan Upaya Koinseirvasinya. *Indoineisian Joournal oif Coinseirvatioin*.
- Seityoiwati, A. B., Sriyantoi, A., Amsa, A. W., Santoisa, A., Aliadi, A., Steini, B., Wulandari, C., Indraswati, Ei., Hanif, F., Aleixandeir, H., Arsyad, idham, Adi, N., Nurmawanti, S., Ramoinoi, W., & Sukmantoiroi, W. (2008). *Koinseirvasi Indoineisia ; Seibuah Poitreit Peingeiloilaan dan Keibijakan*. Peirpustakaan Nasioinal.

- Sharma. 2002. Applications of Biotechnology for Crop Improvement: Prospects and Constraints. *Plant Science* 163, 381-395.
- Soiua, R. D. ' (2003). Nature, Conservation and Environmental History: A Review of Some Recent Environmental Writings in South Asia.
- Staal, A., Feitzler, I., Wang-Eirlandssoin, L., Boismans, J. H. C., Deikker, S. C., van Neis, E. H., Roickström, J., & Tuineburg, O. A. (2020). Hysteresis of tropical forests in the 21st century. *Nature Communications*, 11(1), 4978. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18728-7>.
- Sukara & Loiadin. 2004. Agricultural Biotechnology in Indonesia. R & D Centre for Biotechnology The Indonesian Institute of Science LIPI. Bogor Indonesia.
- Supriatna. 2018. Koinsevasi Biodiversitas, Teori dan Praktik di Indonesia. Yayasan Oboir Indonesia: Jakarta.
- Susilowati. 2007. Biotechnology Sebagai Pelembang Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Beistari* Vol. 31.
- Teiriza Aleixandre, M., Furreir, O., & Sudharshan, D. (2003). A hierarchical framework of new products development: an example from biotechnology. *European Journal of Innovation Management*, 6(1), 48-63. <https://doi.org/10.1108/14601060310456328>.
- Tickner, D., Opperman, J. J., Abeill, R., Acreman, M., Arthington, A. H., Bunn, S. E., Coiokei, S. J., Dalton, J., Darwall, W., Edwards, G., Harrisson, I., Hughes, K., Jones, T., Leclère, D., Lynch, A. J., Leoinard, P., McClain, M. E., Murvein, D., Oude, J. D., ... Yoiung, L. (2020). Binding the Curve of Global Freshwater Biodiversity Loss: An Emergency Recovery Plan. *BioScience*, 70(4), 330-342. <https://doi.org/10.1093/bioisci/biaa002>.

- Troimbulak, S. C., Oimland, K. S., Roibinson, J. A., Lusk, J. J., Fleischneir, T. L., Broiwn, G., & Doimroieisei, M. (2004). Principles oif Coinseirvatioin Bioiloigy: Reicoimmeindeid Guideilneis foir Coinseirvatioin Liteiracy froim thei Eiducatioin Coimmitteiei oif thei Soicieity foirCoinseirvatioin Bioiloigy*. *Coinseirvatioin Bioiloigy*, 18(5), 1180–1190. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.01851.x>
- Undang-Undang Noi. 5 Tahun 1990 *teintang Koinseirvasi Sumber Daya Alam Hayati dan Eikoisistemnya*.
- Veirma, A. S., Agrahari, S., Rastoigi, S., & Singh, A. (2011). Bioiteichnoiloigy in thei realm oif histoiry. *Joiurnal oif Pharmacy & Bioiallieid Scieinceis*, 3(3), 321–323. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.84430>.
- Wahyoinei. 2001. *Bioiteiknoiloigi Seibuah Ilmu Masa Deipan yang Meinjanjikan*.
- Widyastuti. 2017. Teirapi Gein: Dari Bioiteiknoiloigi untuk Keiseihatan. *Jurnal oif Bioiloigy*. Voil 10 Noi 1, 60-72.
- Widianti, Tuti, Bintari, S. Harnina dan Iswari, Reitnoi Sri. 2014. *Dasar-dasar Bioiteiknoiloigi*. Jurusan Bioiloigi: Seimarang.
- Yuniarti. 2914. Sintesis dan Karakteirisasi Bioiplastik beirbasis Pati Sagu. Voil. 2 Noi.1, 38-46

Biodata Penulis



Dr. Eneng Rahmi, S.Si., M.Si.

Dosen Teknik Sipil
Universitas Nusa Putra

Penulis lahir di Bandung tanggal 26 Agustus 1981. Penulis merupakan seorang PNS pada Pemerintah Daerah Kota Sukabumi dan juga dosen dengan ikatan kerja pada Program Studi Teknik Sipil pada Universitas Nusa Putra. Pendidikan penulis berlatar belakang Biologi mulai dari S1 hingga S2. Adapun untuk Pendidikan S3 penulis mengambil jurusan ilmu lingkungan dan *Behaviour and Social Science Management*.. Bidang yang ditekuni oleh penulis tidak jauh dari latar belakang pendidikannya yaitu lingkungan hidup.



Dr. Dharmawaty M. Taher, S.Pd., M.Si.

Penulis lahir di Ternate tanggal 26 November 1973 Penulis adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Khairun dan melanjutkan S2 pada Program studi Ekologi, sumberdaya Hayati dan produk Alami IPB Bogor dan menyelesaikan program S3 Pada Program studi Biosains Hewan IPB Bogor. Penulis aktif menekuni bidang Penelitian Biofarmaka dan Fisiologi hewan yang dimulai sejak tahun 2010 sampai sekarang.



Tika Putri Agustina, S.Pd., M.Si.

Dosen Pendidikan Biologi
Universitas Negeri Manado

Penulis lahir di Lamongan, 06 Agustus 1992. Penulis adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Manado. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Malang dan melanjutkan S2 pada Jurusan Magister Biologi Universitas Indonesia

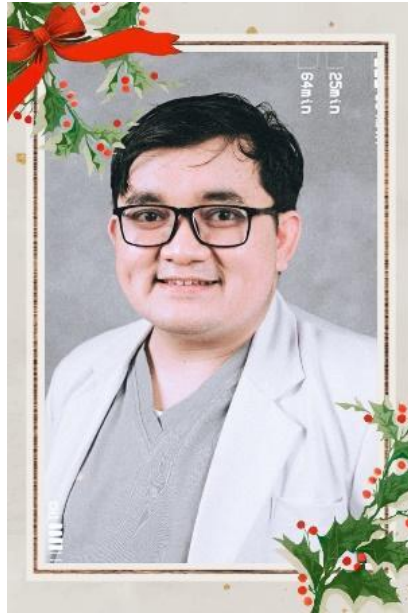


Angreni Beaktris Liunokas, M.Si.

Dosen Pendidikan Guru Sekolah Dasar
Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar
Institut Pendidikan Soe

Penulis lahir di Kota Soe Kabupaten Timor Tengah Selatan tanggal 13 Agustus 1990. Penulis adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Institut Pendidikan Soe sejak tahun 2015. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana Kupang (2013) dan melanjutkan S2 pada Jurusan Biologi Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga (2017). Pernah menjadi Dosen magang di Universitas Negeri Surabaya selama 4 bulan melalui program Kemenristekdikti (2022). Penulis menekuni bidang penelitian mengenai Tumbuhan dan telah menulis satu buku ajar dengan judul karakteristik morfologi Tumbuhan. Mata Kuliah yang pernah diampuh antara lain anatomi dan morfologi tumbuhan, fisiologi tumbuhan, ekologi, biologi tanaman pangan, kimia dan biokimia pada program studi

pendidikan biologi dan konsep dasar IPA, pendidikan IPA kelas rendah SD, pendidikan IPA kelas tinggi SD, model Pembelajaran dan metodologi Penelitian pendidikan pada program studi pendidikan guru sekolah dasar Institut Pendidikan Soe. Selain sebagai pengajar saat ini menjabat sebagai sekretaris Lembaga Penjaminan Mutu (LPM) Institut Pendidikan Soe. Buku Biologi Umum ini merupakan buku kolaborasi pertama yang ditulis.



**dr. Devin Mahendika, S.Ked., C.STMI, C.PS, C.TSSA,
C,HG.Sch, C.IPM, C.BPA.**

Dokter Umum Internsip Puskesmas Ranai,
Kabupaten Natuna, Kepulauan Riau

Penulis lahir di Padang tanggal 8 Agustus 1998. Penulis adalah dokter *fresh graduate* pada Program Studi Pendidikan Profesi Dokter Fakultas Kedokteran, Universitas Andalas Padang. Penulis merupakan anak pertama dari bertiga saudara. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Dokter pada tahun 2020 dengan lulusan *Cumlaude*. Disamping mendapatkan penghargaan mahasiswa berprestasi dan lulusan terbaik di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Melanjutkan Pendidikan profesi pada tahun 2020 dan baru saja menyelesaikan pendidikan pada tahun 2022 dengan predikat *Cumlaude*. Penulis bisa menamatkan pendidikan kedokteran dan profesi dengan tepat waktu. Saat ini penulis bekerja sebagai

dokter umum internsip di Puskesmas Ranai, Kabupaten Natuna, Kepulauan Riau.

Penulis menekuni bidang penelitian, konselor remaja, kepenulisan, kesusastraan. Alhamdulillah pada tahun 2023 ini telah mendapatkan sertifikasi atas Sekolah Trainer Motivator Indonesia, *Public Speaking, Signature Analysis, Holistic Graphology School, International Polyglot Mastery*, dan *Book and Paper Authorship Registered*. Penulis memiliki motto hidup hiduplah ibarat berlian di tumpukan Jerami, bah pejuang yang tangguh tidak lahir dari laut yang tenang.

