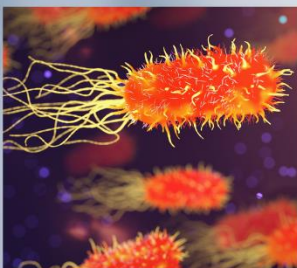




# BIOLOGI UMUM

Dr. Cartonno, S.Pd., M.Pd., M.T.



# **BIOLOGI UMUM**

**Dr. Cartonno, S.Pd., M.Pd., M.T.**

# BIOLOGI UMUM

Penulis:

**Dr. Cartonno, S.Pd., M.Pd., M.T.**

Editor : **Muhamad Rizal Kurnia, M.E.**  
Tata Letak : **Lilis Khalisatul Karimah, S.H.**  
Desain Cover : **Septimike Yourintan Mutiara, S.Gz.**  
Ukuran : **UNESCO 15,5 x 23 cm**  
Halaman : **viii, 250**  
ISBN : **978-623-8385-21-8**  
Terbit Pada : **November 2023**  
Anggota IKAPI : **No. 073/BANTEN/2023**

**Hak Cipta 2023 @ Sada Kurnia Pustaka dan Penulis**

*Hak cipta dilindungi undang-undang dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis.*

**PENERBIT PT SADA KURNIA PUSTAKA**

Jl. Warung Selikur Km.6 Sukajaya – Carenang, Kab. Serang-Banten

Email : [sadapenerbit@gmail.com](mailto:sadapenerbit@gmail.com)

Website : [sadapenerbit.com](http://sadapenerbit.com) & [repository.sadapenerbit.com](http://repository.sadapenerbit.com)

Telpon/WA : +62 838 1281 8431

# KATA PENGANTAR

---

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Segala puji dan syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan semesta alam, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan buku "Biologi Umum". Dengan mengharap ridha dari-Nya, buku ini kami hadirkan sebagai jembatan ilmu yang menghubungkan antara pengetahuan dasar biologi dengan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Buku "Biologi Umum" ini disusun dengan harapan dapat memberikan pemahaman yang luas dan mendalam tentang konsep-konsep dasar biologi serta aplikasinya. Dalam penyusunannya, tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Kami menyadari bahwa tanpa bimbingan dan pertolongan dari berbagai pihak, buku ini tidak akan dapat terwujud. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para ahli biologi, pendidik, dan para siswa yang telah memberikan masukan yang berharga demi kesempurnaan buku ini. Terima kasih juga kami ucapkan kepada tim editor dan penerbit yang telah bekerja keras dalam proses penyuntingan dan publikasi.

Kami berharap buku ini dapat menjadi sumber pengetahuan yang berharga bagi para pembaca, khususnya para pelajar dan pengajar yang memiliki keingintahuan yang besar terhadap dunia biologi. Semoga buku ini dapat menjadi salah satu sarana untuk memperkaya wawasan dan meningkatkan kecintaan kita terhadap ilmu pengetahuan, khususnya ilmu biologi.

Tidak lupa, kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi penyempurnaan edisi-edisi berikutnya. Semoga buku "Biologi Umum" ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam dunia pendidikan dan pengetahuan biologi.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

# PRAKATA

---

Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah Rabbul Alamin, yang telah melimpahkan kekuatan lahir dan batin kepada diri kami, sehingga setelah melalui proses yang cukup panjang, pada akhirnya buku ini dapat dicetak, diterbitkan dan hadir dihadapan para pembaca sekalian. Shalawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, pengikut serta penolong beliau hingga akhir zaman. Dengan iringan do'a semoga kita senantiasa mendapat ridho Allah, dan dihimpunkan bersama orang-orang yang shalih sejak dari Nabi Adam a.s. hingga orang shalih terakhir yang hidup di dunia ini.

Pada mulanya buku ini adalah merupakan kumpulan materi-materi kuliah, baik ketika penulis masih menjadi mahasiswa maupun ketika sudah menjadi staf pengajar. Catatan-catatan tersebut ditambah dengan berbagai sumber lainnya, untuk kemudian dibukukan seperti yang ada di tangan pembaca sekalian.

Akhirnya, dalam mengantarkan terbitnya buku ini, kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Drs. Resna Supratna (almarhum), selaku dosen pembina mata kuliah Biologi Umum ketika beliau masih hidup Bapak Yusuf Ibrahim, Drs., M.P., M.Pd. selaku dosen ahli Taksonomi Tumbuhan serta dosen-dosen senior penulis lainnya di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNPAS. Tidak lupa penulis haturkan terima kasih juga kepada Penerbit Sada Kurnia Pustaka, yang dengan penuh perhatian senantiasa membuka pintu yang seluas-luasnya untuk mempublikasikan berbagai karya tulis kami, dan ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu terbitnya buku ini.

Upaya untuk merintis terbitnya buku tentang Biologi Umum yang sesuai dengan tuntutan kurikulum pada Perguruan Tinggi LPTK di tanah air kita harus terus diupayakan seiring dengan tuntutan keilmuan dan perkembangan dunia pendidikan. Kami menyadari bahwa buku ini masih banyak mengandung kelemahan dan kekurangan-kekurangan. Oleh karenanya kami akan sangat menghargai kepada siapa saja yang berkenan memberikan masukan,

baik berupa koreksi maupun kritik yang pada gilirannya dapat kami jadikan bahan pertimbangan bagi penyempurnaan buku ini di masa-masa yang akan datang.

Dengan berbagai kekurangan dan kelemahannya, semoga buku ini akan membawa manfaat yang sebesar-besarnya dalam rangka ikut serta mencerdaskan kehidupan bangsa.

# DAFTAR ISI

---

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Sejarah Kelahiran Ilmu Biologi.....	1
B. Pengertian Biologi .....	3
C. Cabang-Cabang Biologi.....	5
D. Metode Ilmiah.....	7
<b>BAB 2 ASAL USUL KEHIDUPAN</b> .....	<b>12</b>
A. Abiogenesis dan Biogenesis.....	12
B. Asal Mula Kehidupan Secara Spontan pada Tingkat Molekuler. .....	20
C. Hidup dan Kehidupan .....	25
<b>BAB 3 SEL DAN BAGIAN-BAGIANNYA</b> .....	<b>29</b>
A. Sejarah dan Teori Sel.....	29
B. Sel Prokariotik dan Eukariotik .....	36
<b>BAB 4 JARINGAN HEWAN DAN TUMBUHAN</b> .....	<b>50</b>
A. Pengertian Jaringan .....	50
B. Jaringan pada Hewan .....	51
C. Jaringan pada Tumbuhan.....	60
<b>BAB 5 METABOLISME</b> .....	<b>70</b>
A. Energi dan Metabolisme .....	71
B. Peran Enzim dalam Metabolisme.....	73

C. Katabolisme .....	76
D. Anabolisme.....	80
<b>BAB 6 MAKANAN DAN SISTEM PENCERNAAN MAKANAN .....</b>	<b>88</b>
A. Makanan dan Kandungannya.....	88
B. Sistem Pencernaan Makanan .....	96
C. Proses Pencernaan Makanan .....	102
D. Tahap Akhir Pencernaan.....	104
<b>BAB 7 SISTEM PEREDARAN DARAH .....</b>	<b>107</b>
A. Darah dan Alat-Alat Peredaran Darah .....	107
B. Macam-Macam Peredaran Darah.....	111
C. Pembekuan atau Penggumpalan Darah.....	114
D. Antibodi .....	115
E. Golongan Darah .....	115
F. Rhesus Faktor .....	116
<b>BAB 8 SISTEM PERNAFASAN .....</b>	<b>118</b>
A. Sistem Pernapasan pada Manusia.....	119
B. Sistem Pernapasan pada Hewan.....	129
C. Gangguan Pernafasan.....	139
<b>BAB 9 SISTEM EKSRESI .....</b>	<b>143</b>
A. Fungsi dan Struktur Sistem Ekskresi .....	144
B. Sistem Urinari.....	151
C. Cara Kerja Sistem Urine .....	153
D. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Urine.....	155
E. Gangguan Tubuh Karena Kelainan Ginjal.....	156
<b>BAB 10 SISTEM SARAF (KOORDINASI).....</b>	<b>158</b>
A. Fungsi dan Struktur Sistem Saraf.....	158
B. Fungsi Sistem Saraf Pusat.....	171

<b>BAB 11 SISTEM REPRODUKSI .....</b>	<b>175</b>
A. Sistem Reproduksi Manusia.....	175
B. Sistem Reproduksi pada Binatang.....	190
C. Sistem Reproduksi pada Tumbuhan.....	195
<b>BAB 12 BIOLOGI LINGKUNGAN.....</b>	<b>199</b>
A. Ekologi sebagai Konsep Dasar dalam Ilmu Lingkungan .....	200
B. Ilmu Lingkungan sebagai Ilmu Inter-Multidisipliner .....	202
C. Ekologi dan Permasalahan Lingkungan Hidup.....	203
D. Keseimbangan Lingkungan .....	207
E. Pencemaran Lingkungan.....	208
F. Perubahan Lingkungan .....	210
G. Etika Lingkungan .....	211
H. Berbagai Pertemuan Internasional Tentang Lingkungan .....	211
<b>BAB 13 BIOTEKNOLOGI .....</b>	<b>215</b>
A. Pengertian Bioteknologi .....	215
B. Sejarah Bioteknologi.....	216
C. Peranan Mikroorganisme dalam Bioteknologi.....	219
D. Penggunaan Bioteknologi .....	224
E. Penerapan Bioteknologi Modern.....	224
F. Manfaat Kultur Jaringan.....	226
G. Rekayasa Genetika.....	227
H. Dampak Bioteknologi.....	241
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>242</b>
<b>GLOSARIUM .....</b>	<b>246</b>
<b>INDEKS.....</b>	<b>249</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS.....</b>	<b>250</b>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

---

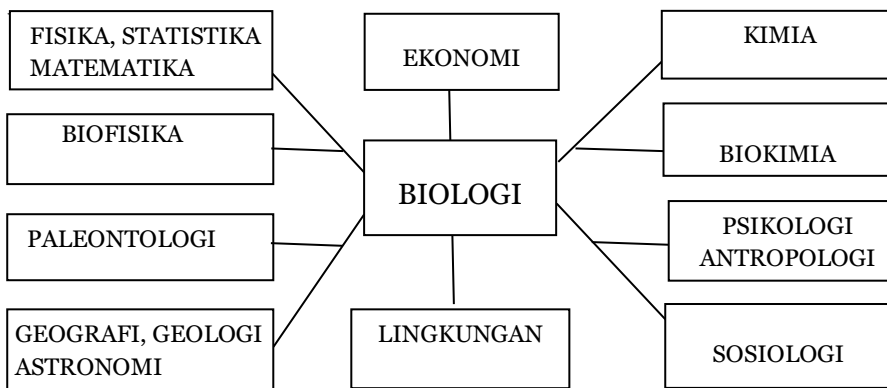
### A. Sejarah Kelahiran Ilmu Biologi

Biologi, bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) seperti Fisika dan Kimia, muncul dari ketertarikan manusia terhadap fenomena alam. Manusia selalu ingin mengetahui lebih tentang lingkungannya, termasuk benda-benda di sekitarnya, langit, dan bahkan dirinya sendiri. Makhluk hidup lain mungkin memiliki rasa penasaran, tetapi benda mati seperti batu dan air tidak memiliki keinginan atau niat. Air bergerak karena pengaruh alam, bukan keinginannya.

Makhluk hidup, seperti tumbuhan, menunjukkan tanda-tanda pertumbuhan. Sebagai contoh, daun cenderung mencari sinar matahari dan akar mencari air. Ini merupakan kecenderungan alami yang berlangsung lama. Lalu, bagaimana dengan hewan? Ubur-ubur mungkin bergerak tanpa keinginan sendiri, tetapi hewan lebih kompleks seperti ikan dan burung memiliki keinginan. Burung misalnya, bergerak mencari makanan atau tempat aman untuk bersarang. Mereka memiliki “pengetahuan” tentang bagaimana membuat sarang, tetapi pengetahuan ini bisa berubah seiring waktu dan perubahan lingkungan.

Monyet juga menunjukkan rasa ingin tahu. Kecurigaan mereka didorong oleh insting, yang berfokus pada kelangsungan hidup. Sedangkan manusia, meskipun memiliki insting, juga memiliki kemampuan berpikir yang lebih maju. Keinginan tahu manusia terus berkembang. Manusia menggunakan pengetahuan lama untuk menciptakan yang baru, mengakumulasi pengetahuan selama berabad-abad. Misalnya, dari tinggal di gua ke membangun pencakar langit.

Rasa ingin tahu yang tak terbatas ini telah mengembangkan perbendaharaan pengetahuan manusia. Ini mencakup kebutuhan praktis seperti bertani atau berburu, tetapi juga hal-hal yang berkaitan dengan keindahan. Saat ini, ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang cepat. Keduanya saling terkait dan bersama-sama membentuk peradaban kita saat ini. Tidak ada ilmu yang berkembang sendiri; semuanya saling mendukung. Sebagai contoh, perkembangan biologi didukung oleh ilmu lain, seperti yang terlihat pada diagram berikut:



**Gambar 1.1. Sokongan Perkembangan Ilmu Biologi Di Tengah-Tengah Perkembangan Bidang Ilmu Lainnya**

Dalam evolusi ilmu pengetahuan, biologi tidak tumbuh secara independen. Tidak ada satu disiplin ilmu pun yang tumbuh sendiri; satu bidang ilmu mendukung yang lainnya. Kemajuan pesat dalam biologi didorong oleh penemuan alat-alat yang beroperasi berdasarkan prinsip fisika, seperti mikroskop dan alat listrik. Konsep fisika membantu dalam menjelaskan banyak fenomena biologi, seperti osmosis dan difusi. Untuk memahami fenomena-fenomena ini dengan mendalam, diperlukan pemahaman tentang fisika hayati.

Proses pencernaan makanan dan enzim yang berperan di dalamnya dapat dijelaskan melalui ilmu kimia. Substansi seperti karbohidrat dan protein adalah bahan kimia hayati. Pemahaman mendalam tentang produksi dan fungsi hormon memerlukan

pengetahuan kimia. Proses seperti fotosintesis, yang penting bagi semua makhluk hidup, adalah fenomena fisikokimia. Dengan dukungan dari fisika dan kimia, biologi berkembang ke arah pemahaman molekuler, yang mengarah pada lahirnya biologi molekuler dan genetika.

Dalam konteks ilmu alam lainnya, biologi seringkali menjadi pendorong untuk kemajuan bidang IPA lainnya, sementara biologi sendiri berbenefit dari kemajuan bidang-bidang tersebut. Biologi memiliki posisi sentral karena menjadi dasar bagi banyak ilmu terapan lainnya. Indonesia, dengan keanekaragaman hayatinya, memerlukan ahli biologi untuk menjaga keberlanjutan kekayaan alamnya. Secara tidak langsung, biologi juga memiliki relevansi dalam ilmu sosial-ekonomi, geografi, dan bidang lainnya.

Kemajuan teknologi, seperti pengembangan teleskop, dan kemampuan berpikir manusia menghasilkan revolusi dalam pandangan dunia pada abad ke-16. Sebagai titik balik, karya Nicolas Copernicus, yang tidak hanya seorang astronom tetapi juga ahli matematika dan medis, menantang pandangan lama tentang astronomi. Buku karyanya, “*De Revolutionibus Orbium Caelestium*”, yang ditulis pada 1507, menantang pandangan umum saat itu dengan mengusulkan model heliosentris ketimbang geosentris.

## **B. Pengertian Biologi**

Biologi adalah studi tentang kehidupan dan semua proses yang terjadi di dalamnya. Untuk memahami esensi kehidupan dan alam semesta, kita memerlukan metode khusus. Seperti ilmu lainnya seperti fisika dan kimia, dalam biologi kita memerlukan referensi buku dan laporan dari penelitian ilmuwan. Namun, hanya membaca saja tidak cukup. Tujuan ilmu adalah untuk menemukan kebenaran, meskipun kebenaran mutlak mungkin tidak dapat dicapai. Itu sebabnya ilmuwan harus skeptis terhadap laporan dari rekan-rekan mereka.

Ilmuwan harus melakukan observasi dan eksperimen sendiri untuk memverifikasi temuan dan kesimpulan dari ilmuwan lain, atau bahkan untuk menemukan pengetahuan baru. Hasil kerja seorang

ilmuwan mungkin belum dianggap sebagai ilmu kecuali jika hasil tersebut dapat diverifikasi atau diulangi oleh ilmuwan lain.

Penting bagi ilmuwan untuk melaporkan hasil kerja mereka dengan detail dan akurasi sehingga kolega lain dapat memahami dan mengulangi eksperimen mereka. Sebagaimana disebutkan sebelumnya, untuk memahami kehidupan, diperlukan pendekatan metodologis. Biologi adalah cabang ilmu yang meneliti tentang materi dan energi yang berkaitan dengan kehidupan.

Jadi, apa sebenarnya biologi? Istilah “biologi” berasal dari kata Yunani “*Bios*” yang berarti “hidup” dan “*logos*” yang berarti “studi” atau “penelitian”. Oleh karena itu, biologi adalah studi tentang kehidupan dan semua aspek yang terkait dengan kehidupan. Sejak awal keberadaannya, manusia selalu dihadapkan pada berbagai masalah yang berkaitan dengan kehidupan mereka.

Biologi, seperti semua ilmu, adalah suatu penyelidikan tentang berbagai fenomena dan masalah yang memerlukan pemahaman dan solusi. Ini bermula dari respons manusia terhadap berbagai fenomena alam seperti penyakit, kerusakan lingkungan, dan keanekaragaman hayati. Fenomena ini mendorong manusia untuk mencari tahu penyebab dan solusi dengan bertanya apa, mengapa, dan bagaimana. Sejatinya, biologi muncul dari rasa ingin tahu manusia tentang diri mereka sendiri dan lingkungan mereka.

Biologi tidak hanya mempelajari organisme yang saat ini hidup di bumi, tetapi juga mereka yang hidup di masa lalu. Ini mencakup makhluk multiseluler yang dapat kita lihat dengan mata telanjang dan makhluk uniseluler yang memerlukan mikroskop untuk dilihat. Dengan demikian, biologi dapat didefinisikan sebagai ilmu tentang kehidupan.

Banyak tumbuhan dan hewan yang telah dikenali oleh ilmuwan. Sejauh ini, ahli biologi telah mengidentifikasi dan memberi nama hampir satu setengah juta spesies yang masih hidup, serta hampir satu juta spesies yang telah punah. Setiap organisme memiliki kesamaan dan perbedaan secara morfologis dan anatomis. Sebagai contoh, apa perbedaan utama antara tumbuhan, hewan, dan manusia?

Selain itu, biologi juga mempelajari interaksi antara organisme. Ini bisa antara organisme dengan organisme lainnya (biotik) atau

dengan lingkungannya (abiotik). Interaksi ini dapat terjadi antara individu dari spesies yang sama, individu dari spesies berbeda, atau antara populasi dan komunitas. Interaksi ini sering kali mengarah pada keseimbangan alam.

Sebagai contoh, jika kita memilih untuk melindungi rusa di hutan dengan membunuh harimau, ini mungkin tampak sebagai solusi yang baik pada awalnya. Namun, tanpa harimau untuk mempredasi rusa, populasi rusa bisa melonjak, yang pada gilirannya dapat menyebabkan kerusakan pada tumbuhan dan ekosistem lainnya. Ini menunjukkan pentingnya menjaga keseimbangan alam.

Dalam ringkasan, biologi tidak hanya tentang organisme lain, tetapi juga tentang kita sebagai individu. Ini berkaitan dengan kesehatan, perilaku, dan masa depan kita. Seperti ilmu lainnya, biologi juga berfokus pada masa depan, dan kemajuan teknologi telah membantu kita membuat banyak penemuan baru yang bermanfaat bagi kesejahteraan manusia di berbagai bidang seperti kesehatan dan pertanian.

### **C. Cabang-Cabang Biologi**

Dengan munculnya kebudayaan Yunani, biologi memasuki fase baru dalam perkembangannya. Masyarakat mulai menyadari fenomena alam dan tidak lagi sepenuhnya bergantung pada otoritas tertentu untuk penjelasannya, seperti dukun atau tukang sihir. Sebelumnya, banyak orang mungkin akan mengikuti petunjuk dari individu-individu ini tanpa mempertanyakan apakah instruksinya masuk akal atau sesuai dengan logika. Namun, dengan partisipasi aktif masyarakat dalam mengatasi masalah-masalah yang mereka hadapi, terutama masalah-masalah yang berkaitan dengan biologi, pemahaman tentang biologi semakin meningkat dan berkembang. Perkembangan yang sangat pesat ini dapat kita lihat dengan ditemukannya ilmu-ilmu baru cabang biologi. Secara umum berdasarkan obyek yang dipelajarinya, biologi dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu botani dan zoologi. Botani, ilmu tentang semua segi kehidupan tumbuh-tumbuhan. Zoologi, ilmu tentang semua segi kehidupan hewan atau binatang. Dari dua cabang itu, kemudian

berkembang berdasarkan segi-segi tertentu dari obyek khusus yang dipelajarinya seperti:

1. Morfologi: Ilmu tentang bentuk dan struktur suatu organisme.
2. Fisiologi: Ilmu tentang kefaalan/cara kerja dari tubuh suatu organisme.
3. Embriologi: Ilmu tentang perkembangan suatu organisme dari mulai zigot sampai menjadi dewasa.
4. Ekologi: Ilmu tentang interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
5. Mikrobiologi: Ilmu tentang organisme yang berukuran mikroskopis.
6. Taksonomi: Ilmu tentang klasifikasi/penggolongan tumbuh-tumbuhan dan binatang berdasarkan persamaan dan perbedaannya.
7. Genetika: Ilmu tentang cara menurunnya sifat-sifat pada makhluk hidup.
8. Evolusi: Ilmu tentang suksesi atau perubahan-perubahan dari jenis makhluk hidup di dalam sejarah bumi (berlangsung secara perlahan-lahan dalam kurun waktu yang sangat lama).
9. Sitologi: Ilmu tentang susunan dan fungsi sel.
10. Histologi: Ilmu tentang susunan dan fungsi jaringan pada organisme.
11. Anatomi: Ilmu tentang susunan dan fungsi bagian dalam tubuh suatu organisme.
12. Bioteknologi: Pemanfaatan prinsip-prinsip ilmiah dengan menggunakan makhluk hidup untuk menganalisa produk atau jasa guna kepentingan manusia.

Bidang biologi terus berkembang dan menghasilkan berbagai cabang baru sebagai respons terhadap penemuan dan inovasi ilmiah di zaman modern ini. Kemajuan teknologi, penelitian, dan pemahaman yang mendalam tentang kehidupan telah membuka pintu untuk spesialisasi dan fokus yang lebih mendalam dalam berbagai aspek biologi. Sebagai hasilnya, berbagai subdisiplin biologi telah muncul, memungkinkan ilmuwan untuk menyelidiki pertanyaan-pertanyaan khusus dengan lebih mendalam dan presisi. Coba saudara tambahkan minimal 10 cabang-cabang biologi lainnya.

## D. Metode Ilmiah

Sebelum ditemukannya konsep metode ilmiah dalam menjawab responnya terhadap gejala-gejala alam, dalam menjawab suatu permasalahan masih didasarkan pada mitos, ramalan nasib berdasarkan ilmu perbintangan, bahkan kepercayaan atas para dewa. Pengetahuan itu mereka peroleh dengan berbagai cara, antara lain:

1. Prasangka adalah asumsi atau pandangan awal tentang sesuatu tanpa bukti konkret atau pemeriksaan menyeluruh. Hal ini sering didasarkan pada informasi yang tidak lengkap atau salah paham. Sementara prasangka dapat mengarahkan seseorang ke arah tertentu dalam pemikirannya, ia juga dapat menghambat pemahaman yang sebenarnya atau menyebabkan kesalahan dalam penilaian. Seperti contoh yang diberikan, kepercayaan zaman Babylonia tentang hujan dan jendela di langit adalah hasil dari prasangka.
2. Intuisi adalah pemahaman atau persepsi langsung tentang sesuatu tanpa proses berpikir rasional. Hal ini sering didasarkan pada pengalaman atau pengetahuan sebelumnya dan muncul secara spontan. Meskipun intuisi dapat mengarahkan seseorang ke jawaban yang benar, ia tidak selalu dapat diandalkan sebagai sumber informasi yang akurat. Sebagai contoh, ramalan astrolog mungkin terdengar masuk akal dan kadang-kadang mungkin benar, tetapi itu didasarkan pada intuisi dan bukan analisis empiris.
3. *Trial and Error* adalah pendekatan di mana seseorang mencoba berbagai solusi sampai menemukan satu yang berhasil. Ini adalah metode praktis yang sering digunakan ketika solusi teoritis tidak jelas atau tidak tersedia. Seperti contoh dengan kera, melalui serangkaian percobaan dan kesalahan, ia menemukan cara untuk meraih pisang dengan tongkat. Meskipun metode ini mungkin memerlukan lebih banyak waktu dan usaha, itu sering kali menghasilkan solusi yang praktis dan efektif.

Manusia telah memperoleh pengetahuan melalui berbagai cara sepanjang sejarah, mulai dari zaman prasejarah hingga saat ini. Metode *trial and error*, atau coba-coba, telah menghasilkan banyak

penemuan penting, meskipun cara ini mungkin tidak efisien. Contohnya adalah ditemukannya kulit kina sebagai obat untuk malaria.

Di zaman Yunani kuno, masyarakat cenderung mengikuti ajaran para pemikir atau penguasa tanpa mempertanyakannya. Banyak dari ajaran ini, meskipun mungkin masuk akal, ternyata salah karena terlalu bergantung pada pemikiran atau logika sederhana tanpa verifikasi empiris. Sebagai contoh, pengamatan sehari-hari bahwa matahari “terbit” di timur dan “terbenam” di barat mendorong keyakinan bahwa matahari mengelilingi bumi, meskipun ini bukanlah kasus sebenarnya.

Namun, pengetahuan yang diperoleh hanya melalui intuisi, akal sehat, atau tradisi tanpa pemeriksaan atau verifikasi empiris dianggap tidak ilmiah. Sebaliknya, pengetahuan ilmiah memenuhi kriteria tertentu yang membedakannya dari bentuk pengetahuan lain:

1. Obyektif: Pengetahuan ilmiah didasarkan pada fakta yang dapat diamati dan diukur, bukan pada opini atau kepercayaan pribadi.
2. Metodik: Pengetahuan ilmiah diperoleh melalui metode ilmiah yang sistematis, termasuk observasi, eksperimen, dan analisis.
3. Sistematis: Ilmu pengetahuan disusun dengan cara yang teratur dan konsisten, sering kali dalam kerangka teori yang lebih luas.
4. Berlaku Umum: Pengetahuan ilmiah harus dapat diterapkan dalam berbagai situasi atau kondisi dan harus dapat diuji dan diverifikasi oleh peneliti lain di tempat yang berbeda.

Dengan demikian, ilmu pengetahuan menawarkan pemahaman yang lebih mendalam, andal, dan dapat diandalkan tentang dunia dibandingkan dengan bentuk pengetahuan lain.

### **1. Langkah-langkah Operasional Metode Ilmiah**

Metode ilmiah adalah pendekatan sistematis yang digunakan dalam ilmu pengetahuan untuk mempelajari fenomena dan menjawab pertanyaan. Ini melibatkan serangkaian langkah yang dirancang untuk memastikan objektivitas, konsistensi, dan keandalan hasil. Berikut ringkasan langkah-langkah operasional metode ilmiah:

- a. Perumusan Masalah: Ini adalah langkah awal di mana peneliti mendefinisikan apa yang ingin mereka ketahui. Pertanyaan harus spesifik, dapat diukur, dan memiliki batasan yang jelas.
- b. Penyusunan Hipotesis: Dalam tahap ini, peneliti membuat dugaan atau prediksi yang didasarkan pada pengetahuan awal mereka tentang masalah. Hipotesis harus dapat diuji dan berfungsi sebagai titik awal untuk pengujian.
- c. Pengujian Hipotesis: Peneliti melakukan pengamatan atau eksperimen untuk mengumpulkan data yang relevan dengan hipotesis. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah ada bukti yang mendukung atau menentang hipotesis.
- d. Penarikan Kesimpulan: Setelah data dikumpulkan dan dianalisis, peneliti membuat kesimpulan tentang apakah hipotesis mereka diterima atau ditolak. Jika hipotesis diterima, ini menambahkan ke pengetahuan yang ada. Jika ditolak, ini dapat mengarah ke pertanyaan baru atau penyusunan ulang hipotesis.

Proses metode ilmiah adalah siklus berkelanjutan. Kesimpulan dari satu eksperimen dapat menyebabkan pertanyaan baru yang memerlukan eksperimen lebih lanjut. Selain itu, metode ilmiah menekankan pentingnya replikasi, artinya eksperimen harus dapat diulang oleh peneliti lain dengan hasil yang sama.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, ilmu pengetahuan memastikan bahwa pengetahuan yang dihasilkan didasarkan pada bukti empiris yang terukur, dapat diulang, dan objektif. Ini membedakannya dari bentuk pengetahuan lain yang mungkin didasarkan pada opini, tradisi, atau kepercayaan.

## **2. Keterbatasan dan Keunggulan Metode Ilmiah**

Metode ilmiah sebagai suatu cara untuk memperoleh ilmu pengetahuan tetap mempunyai keterbatasan disamping keunggulannya.

### **a. Keterbatasan**

Keterbatasan metode ilmiah lebih disebabkan oleh terbatasnya panca indera kita dalam menangkap semua fakta, sehingga fakta-fakta yang disajikan atau dikumpulkan adalah keliru yang

menyebabkan kelirunya kesimpulan yang diambil. Itulah sebabnya bahwa kebenaran ilmu pengetahuan termasuk IPA bersifat tentatif. Kesimpulan ilmiah bisa saja berubah sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan itu sendiri. Tidak demikian halnya dengan pengetahuan yang didapat dari wahyu Ilahi. Kebenaran dari pengetahuan ini bersifat mutlak, artinya tidak akan berubah sepanjang masa.

#### b. Keunggulan

Ilmu pengetahuan memang memiliki ciri-ciri khas yang membedakannya dari bentuk-bentuk pengetahuan lain. Berikut penjelasan mengenai bagaimana ciri-ciri ilmu pengetahuan tersebut dapat membimbing perilaku dan pandangan seseorang:

- 1) Mencintai kebenaran yang obyektif: Berfokus pada fakta dan data yang dapat diverifikasi membuat seseorang lebih obyektif dalam mengambil keputusan dan menyikapi informasi. Sikap ini mendorong keadilan dan kebenaran dalam setiap tindakan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas hidup dan kebahagiaan.
- 2) Menyadari bahwa kebenaran ilmu tidak absolut: Karena ilmu pengetahuan selalu berkembang, seseorang harus selalu siap untuk belajar dan menyesuaikan diri dengan informasi baru. Sikap ini mendorong rasa ingin tahu dan kesadaran bahwa pengetahuan selalu dapat diperbarui.
- 3) Tidak percaya pada takhayul: Dengan pemahaman bahwa alam semesta beroperasi berdasarkan hukum-hukum tertentu, seseorang akan cenderung menjauhi keyakinan yang tidak didasarkan pada bukti ilmiah, seperti takhayul atau astrologi.
- 4) Ingin tahu lebih banyak: Sifat dasar ilmu pengetahuan adalah rasa ingin tahu. Ini mendorong individu untuk selalu mencari informasi dan pengetahuan baru.
- 5) Berpikir secara terbuka dan obyektif: Ilmu pengetahuan mengajarkan kita untuk menerima data dan informasi dari

berbagai sumber tanpa prasangka. Ini membantu dalam menerima dan menghargai perbedaan pendapat.

- 6) Mencari bukti sebelum percaya: Sebagai bagian dari pendekatan ilmiah, seseorang diajarkan untuk meminta bukti sebelum menerima klaim atau kesimpulan apa pun.
- 7) Optimisme, ketelitian, dan keberanian: Ilmu pengetahuan mengajarkan seseorang untuk mendekati masalah dengan sikap positif, melakukan pemeriksaan menyeluruh, dan memiliki keberanian untuk menyatakan sesuatu berdasarkan bukti, bahkan jika itu bertentangan dengan opini populer.

Dengan demikian, ilmu pengetahuan tidak hanya memberikan pengetahuan dan informasi, tetapi juga membentuk sikap, nilai, dan cara pandang seseorang terhadap dunia. Ini membantu dalam membentuk individu yang lebih rasional, kritis, dan berpikir jernih dalam menghadapi berbagai situasi dalam kehidupan.

# BAB 2

## ASAL USUL KEHIDUPAN

---

### A. Abiogenesis dan Biogenesis

Selama berabad-abad, manusia telah berupaya memahami asal-usul dan awal mula kehidupan. Hingga saat ini, pemahaman kita sebatas pada kehidupan yang kita kenal di Bumi. Namun, ilmuwan berpendapat bahwa di jagad raya mungkin terdapat planet lain dengan kondisi yang mendukung keberadaan kehidupan, walaupun bentuk kehidupan tersebut mungkin berbeda dari yang kita temui di Bumi.

Jika benar kehidupan ada di planet lain, apakah proses pembentukannya mirip dengan yang terjadi di Bumi? Dengan kecerdasan yang dimiliki, manusia terus mencari bukti yang dapat memberikan petunjuk tentang bagaimana kehidupan di Bumi bermula. Ada banyak teori yang telah diajukan untuk menjelaskan asal-usul kehidupan di Bumi, termasuk teori abiogenesis dan biogenesis.

#### 1. Abiogenesis

Jika Anda melihat sekitar lingkungan Anda, dalam sekejap Anda bisa membedakan antara apa yang termasuk entitas hidup dan apa yang tidak hidup, serta apa yang sudah mati (apa perbedaannya?).

Jika Anda lebih detail dalam pengamatan Anda, Anda akan menyadari bahwa substansi yang membentuk organisme hidup berbeda dengan yang membentuk benda-benda non-hidup. Meskipun benar bahwa komponen yang membentuk organisme hidup berasal, baik langsung maupun tidak langsung, dari air, tanah, dan udara - semua ini adalah entitas non-hidup. Dan

# BAB 3

## SEL DAN BAGIAN-BAGIANNYA

---

### A. Sejarah dan Teori Sel

Kata "sel" berasal dari bahasa Latin "*cellula*," yang artinya "ruang kecil." Istilah ini pertama kali digunakan oleh Robert Hook, seorang ahli fisika-matematika dan arsitek asal Inggris, pada tahun 1665. Hook pertama kali menggunakan istilah ini saat ia mengamati potongan gabus di bawah mikroskop dan melihat adanya unit-unit kecil yang dibatasi oleh dinding-dinding pada struktur gabus tersebut.

Pada tahun 1838, ahli botani Matthias Schleiden dan ahli zoologi Theodor Schwann tertarik pada kesamaan yang mereka temukan dalam struktur jaringan tumbuhan dan hewan. Mereka mengemukakan konsep bahwa semua organisme terdiri atas sel-sel. Konsep ini menegaskan bahwa sel merupakan unit struktural dasar dari makhluk hidup. Kemudian, pada tahun 1880, Hanstein mengklarifikasi bahwa "sel" tidak hanya merujuk pada *cytos* (tempat berongga) tetapi juga pada *cella* (kantong yang berisi).

Pada tahun 1835, Felix Dujardin mengemukakan bahwa isi sel berupa cairan yang kemudian dinamakan protoplasma oleh Johannes Purkinje. Max Schultze, dalam periode 1825-1974, menyatakan bahwa sel merupakan unit fungsional dasar dari makhluk hidup. Pada tahun 1858, Rudolf Virchow menyatakan prinsip "*Omnis cellula e cellula*," yang berarti bahwa setiap sel berasal dari sel sebelumnya. Kesimpulan dari berbagai pendapat para ahli tersebut adalah bahwa "sel adalah unit terkecil yang memiliki struktur dan fungsi dalam makhluk hidup."

Sel tumbuhan umumnya lebih besar daripada sel hewan, memiliki bentuk yang tetap, dinding sel yang terdiri dari selulosa, pigmen klorofil, dan vakuola. Sel hewan tidak memiliki bentuk khusus, tidak

# BAB 4

## JARINGAN HEWAN DAN TUMBUHAN

---

Jika saudara mengamati makhluk hidup yang terdapat di alam ini, maka saudara akan menemukan ukuran dan kekompleksan makhluk hidup tersebut yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan makhluk hidup tersebut disusun oleh sel. Sel penyusun tubuh makhluk hidup dapat dimulai dari satu, beberapa sampai jutaan sel. Sel ini merupakan hasil kegiatan dari makhluk hidup dan tidak akan pernah disusun oleh benda-benda tak hidup. Semakin besar tubuh makhluk hidup, semakin banyak jumlah selnya.

Sel-sel yang menyusun tubuh makhluk hidup bersel banyak akan memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda-beda. Akan tetapi pada bagian-bagian tertentu sel yang mempunyai fungsi dan struktur yang sama akan berkumpul membentuk suatu jaringan tertentu.

### **A. Pengertian Jaringan**

Masih ingatkah saudara bahwa sel penyusun tubuh makhluk hidup didalamnya mempunyai aktivitas hidup yang sangat hebat? Mungkin saudara masih ingat pula bahwa sel tersebut merupakan suatu kesatuan hidup terkecil, yang artinya bahwa semua kegiatan hidup organisme adalah manifestasi dari proses-proses metabolisme dan reproduksi dari pada sel. Sel tumbuhan dan sel hewan, baik dalam bentuk maupun susunannya memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut disebabkan oleh letak dan fungsi dari sel yang berbeda pula. Kumpulan dari sel yang mempunyai struktur dan fungsi yang sama disebut jaringan.

# BAB 5

## METABOLISME

---

Didalam tubuh terjadi proses metabolisme. Melalui metabolisme tersebut, anda dapat tumbuh dan berkembang. Gangguan dalam proses metabolisme dapat mengganggu metabolisme tubuh. Metabolisme adalah seluruh proses atau reaksi biokimia dimana sel memperoleh dan menggunakan energi untuk melaksanakan aktivitas hidupnya dan menjaga kelangsungan hidup sel itu sendiri. Seluruh aktivitas metabolisme sesungguhnya merupakan reaksi kimia. Hal tersebut meliputi interaksi atom-atom dan molekul-molekul.

Dalam metabolisme terjadi perubahan-perubahan bentuk energi seperti: cahaya, panas, dan listrik. Metabolisme dilakukan oleh serangkaian reaksi-reaksi kimia yang berhubungan antara satu dengan yang lainnya (*metabolic pathways*). Dalam biologi, studi mengenai metabolisme sel sering dirasakan sebagai bagian yang sulit. Hal ini disebabkan metabolisme sel menyangkut jumlah dan nama-nama dari reaksi-reaksi kimia yang sangat kompleks.

Metabolisme meliputi dua proses, yaitu katabolisme dan anabolisme. Kedua proses tersebut memiliki karakteristik tersendiri, baik dilihat dari prosesnya maupun produk yang dihasilkannya. Anabolisme adalah proses penyusunan energi kimia melalui sintesis senyawa-senyawa organik. Anabolisme juga dapat diartikan sebagai suatu rangkaian reaksi kimia yang merupakan pembentukan molekul besar dari molekul-molekul kecil, misalnya pembentukan protein dari molekul asam amino, serta pembentukan lemak dari molekul asam lemak dan gliserol. Sedangkan katabolisme adalah proses penguraian atau pembebasan energi dari senyawa-senyawa organik. Pembebasan energi ini dilakukan melalui proses pernapasan (*respirasi*) sel. Dalam

# BAB 6

## MAKANAN DAN SISTEM PENCERNAAN MAKANAN

---

Telah dikemukakan di bagian depan bahwa jaringan merupakan suatu organisasi sel. Jaringan-jaringan tersebut selanjutnya akan membentuk suatu organ atau alat-alat tubuh. Di dalam tubuh makhluk hidup seperti manusia atau mamalia lainnya, terdapat berbagai macam organ yang berfungsi untuk melaksanakan kerja tubuh. Organ-organ tersebut diantaranya adalah mata, hati, jantung, paru-paru dan sebagainya.

Organ-organ itu mempunyai organisasi tertentu dan merupakan suatu sistem organ untuk melaksanakan fungsi-fungsi tertentu. Seluruh sistem organ bersama-sama merupakan suatu kesatuan fungsional dalam tubuh makhluk hidup. Pada uraian di bawah ini akan dijelaskan mengenai sistem organ pencernaan makanan yang terdapat dalam tubuh manusia. Penjelasan akan diawali dengan penjelasan mengenai makanan.

### **A. Makanan dan Kandungannya**

Makanan adalah substansi yang dapat dikonsumsi dan bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Tujuan utama dari makanan adalah untuk menyediakan energi. Selain itu, makanan memiliki fungsi lain seperti: 1) Mendukung pertumbuhan dan evolusi tubuh, 2) Memelihara dan memperbaiki sel-sel yang telah mengalami kerusakan atau yang telah menua, 3) Mengendalikan proses metabolisme dalam tubuh, 4) Mempertahankan keseimbangan cairan dalam tubuh, dan 5) Memberikan perlindungan tubuh dari berbagai penyakit.

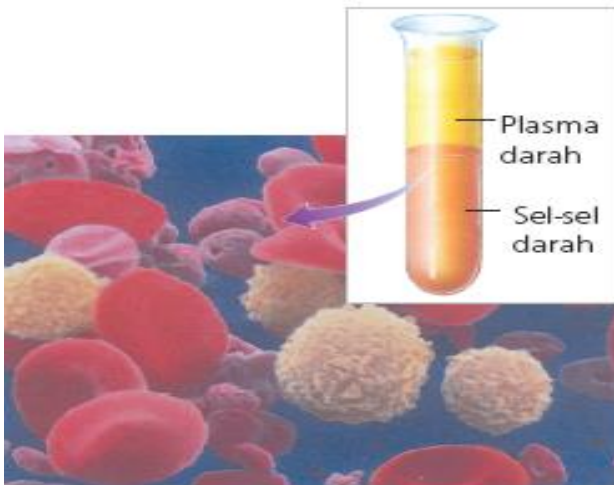
# BAB 7

## SISTEM PEREDARAN DARAH

---

### A. Darah dan Alat-Alat Peredaran Darah

Darah merupakan cairan tubuh yang sekitar setengah dari volumenya adalah plasma dan separuh lagi terdiri dari berbagai sel darah. Plasma, yang sebagian besar terbuat dari air (sekitar 90%), juga mengandung 10% komponen padat seperti protein, asam amino, mineral, karbohidrat, lipid, vitamin, hormon, dan antibodi. Sel-sel darah dibagi menjadi tiga tipe utama: eritrosit atau sel darah merah, leukosit atau sel darah putih, dan trombosit atau platelet. Sistem sirkulasi darah melibatkan jantung sebagai pompa yang mengalirkan darah ke seluruh tubuh menggunakan jaringan pembuluh darah yang meliputi arteri, kapiler, dan vena.



**Gambar 7.1. Komponen darah: Plasma dan Sel Darah**

# BAB 8

## SISTEM PERNAFASAN

---

Makhluk hidup yang ada di alam ini umumnya merupakan makhluk hidup yang aerob atau memerlukan oksigen. Oleh karena itu mereka harus hidup dalam suatu lingkungan dengan jumlah oksigen yang cukup banyak untuk keperluan sel-selnya di dalam mengoksidasi makanan.

Makhluk hidup harus mampu mengikat oksigen ( $O_2$ ), tetapi harus mampu pula melepaskan hasil oksidasinya yaitu karbondioksida ( $CO_2$ ). Pertukaran gas oksigen dan gas karbondioksida inilah yang secara umum kita kenal sebagai pernapasan/respirasi. Perlu saudara ketahui bahwa arti respirasi yang sesungguhnya tidaklah sedangkal itu. Respirasi dapat pula diartikan sebagai reaksi enzimatik dimana sel-sel tubuh dapat mempergunakan oksigen, dalam hal ini enzim respirasi yaitu *sitokrom* memegang peranan penting.

Pernafasan juga dapat didefinisikan sebagai proses pertukaran gas antara sel dan lingkungan sekitarnya. Organisme dengan sistem pernapasan langsung, seperti cacing tanah, melakukan pertukaran gas langsung dengan udara di lingkungan mereka. Di sisi lain, organisme dengan sistem pernapasan tidak langsung melakukan pertukaran gas antara udara yang ada dalam saluran pernafasannya dengan sel-sel tubuhnya. Pada tingkat sel, respirasi berlangsung tanpa oksigen (anaerob) di sitoplasma dan dengan oksigen (aerob) di dalam mitokondria. Glukosa diurai dalam sel untuk memproduksi energi yang disimpan dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP), yang digunakan untuk mendukung semua fungsi tubuh.

# BAB 9

## SISTEM EKSKRESI

---

Masih ingatkah saudara apa persamaan dan perbedaan antara ekskresi, sekresi dan defekasi? Tentu saudara masih ingat bahwa persamaannya adalah bahwa ketiganya merupakan proses pengeluaran, hanya bagaimana prosesnya, apa yang dikeluarkan dan bagian mana yang mengeluarkannya itulah yang menjadi perbedaan ketiganya.

Ekskresi adalah proses eliminasi bahan-bahan limbah dari metabolisme yang tidak lagi dibutuhkan oleh sel-sel dan darah. Berbeda dengan sekresi yang merupakan pengeluaran cairan seperti hormon dan enzim yang masih berperan dalam fungsi tubuh, biasanya melalui kelenjar. Defekasi, di sisi lain, adalah pengeluaran sisa makanan yang tidak dicerna, dikenal sebagai feses, dan ini bukan produk dari reaksi metabolisme.

Dalam organisme, terjadi proses anabolisme dan katabolisme yang membentuk metabolisme. Hasil dari proses ini termasuk zat-zat yang dibutuhkan dan limbah metabolisme yang harus dikeluarkan, termasuk karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dan amonia ( $\text{NH}_3$ ). Selain itu, pigmen empedu dipecah menjadi urobilinogen dan asam urat yang lebih lanjut dipecah menjadi  $\text{NH}_3$  sebelum eliminasi.

$\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dihasilkan dari pemecahan lemak, protein, dan karbohidrat. Meskipun tidak berbahaya dalam jumlah normal, kelebihan kadar zat-zat ini bisa menjadi masalah. Namun,  $\text{CO}_2$  berfungsi sebagai penyangga untuk menjaga pH darah stabil, sementara  $\text{H}_2\text{O}$  diperlukan sebagai pelarut di dalam tubuh.

Amonia, yang merupakan produk dari degradasi protein, adalah substansi beracun yang harus diubah menjadi urea sebelum dikeluarkan dari tubuh untuk mengurangi toksisitas. Pigmen empedu,

# BAB 10

## SISTEM SARAF (KOORDINASI)

---

Proses-proses fisiologis yang terdapat di dalam tubuh makhluk hidup dapat dipelajari secara terpisah. Akan tetapi proses-proses fisiologis tersebut pada kenyataannya sesungguhnya saling tergantung. Sebagai contoh proses pencernaan makanan tidak akan ada artinya tanpa adanya sistem transpor yang berfungsi mengedarkan makanan setelah makanan tersebut dicerna.

Lebih jauh lagi pada waktu makan, dengan bantuan alat inderanya seseorang akan dapat melihat dan merasakan makanan yang akan dimakannya. Dengan demikian ia akan dapat memilih makanan mana yang seharusnya dia makan. Dengan demikian bahwa berbagai sistem organ yang terdapat di dalam makhluk hidup bekerja secara teratur. Waktu dan tempat dari suatu perangkat kegiatan berhubungan erat dengan perangkat kegiatan lainnya. Adanya hubungan di antara aktivitas tubuh yang teratur baik mengenai tempat dan waktunya disebut sistem koordinasi. Tanpa adanya koordinasi maka segala aktivitas tubuh akan menjadi kacau. Sebagian dari sistem koordinasi ini dilakukan oleh sistem saraf sebagai suatu jaringan khusus yang menghubungkan seluruh bagian-bagian tubuh. Sistem koordinasi yang lainnya dilakukan oleh sistem hormon, sebagai sekresi kimia yang dikeluarkan oleh berbagai kelenjar buntu (*endokrin*) ke dalam peredaran darah.

### A. Fungsi dan Struktur Sistem Saraf

#### 1. Fungsi Sistem Saraf

Sistem saraf memiliki peran dalam menangkap stimulus, mentransmisikan informasi tersebut, dan menggabungkannya untuk memicu respons efektor yang sesuai, sehingga terjadi

# BAB 11

## SISTEM REPRODUKSI

---

### A. Sistem Reproduksi Manusia

#### 1. Alat Reproduksi Laki-Laki

Sistem reproduksi pria terbagi menjadi dua bagian utama: organ-organ seks eksternal dan internal.

##### a. Alat Kelamin Dalam

Organ internal reproduksi pria terdiri dari testis yang merupakan kelenjar reproduksi utama di mana sperma dan hormon testosteron diproduksi. Testis berbentuk oval dan terdapat sepasang, di dalamnya ada saluran halus yang disebut tubulus seminiferus, yang dikelilingi oleh skrotum sebagai pelindung.

Sistem saluran reproduksi meliputi vas deferens yang menghubungkan tubulus seminiferus ke epididimis, tempat sperma disimpan dan matang. Vas deferens adalah kelanjutan dari epididimis, yang berujung pada saluran ejakulatorius, berperan dalam mengeluarkan semen ke dalam uretra. Uretra sendiri berfungsi ganda untuk mengeluarkan sperma saat ejakulasi dan urine saat berkemih.

# BAB 12

## BIOLOGI LINGKUNGAN

---

Biologi lingkungan adalah telaah mengenai hubungan makhluk hidup terhadap dinamika dan permasalahan lingkungan hidup-nya. Cabang ilmu biologi yang mendasari terhadap kajian ini adalah ekologi. Berdasarkan obyek kajiannya ilmu ekologi kemudian berkembang menjadi dua jalur yakni ekologi tumbuhan dan ekologi hewan. Ekologi tumbuhan maupun ekologi hewan menyoroiti interaksi antara tumbuhan dan hewan dengan lingkungannya. Tumbuhan atau hewan dipengaruhi oleh lingkungannya (baik komponen abiotik dan biotik), akan tetapi dengan kehadiran dan aktivitasnya tumbuhan atau hewan itu juga dan dengan bantuan organisme lain akan mengubah lingkungannya yang seringkali terjadi secara dramatis.

Sekitar tiga miliar tahun yang lalu, tumbuhan memulai proses yang sangat berpengaruh terhadap lingkungan bumi dengan melakukan fotosintesis, suatu proses yang memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan energi dan mengeluarkan oksigen sebagai produk sampingan. Pembentukan atmosfer yang kaya oksigen ini membawa perubahan besar terhadap kehidupan di bumi dan potensialnya terhadap planet lainnya.

Pusat dari isu-isu lingkungan terletak pada relasi antara makhluk hidup, terutama manusia, dengan lingkungan mereka. Studi tentang interaksi ini, yang mencakup tumbuhan, hewan, dan manusia dalam hubungan mereka dengan lingkungan sekitar, dikenal dengan istilah ekologi. Ilmuwan Haeckel adalah orang pertama yang memperkenalkan istilah ekologi pada pertengahan tahun 1860-an. Kata "ekologi" berasal dari dua kata Yunani: "*oikos*", yang berarti rumah atau tempat tinggal, dan "*logos*", yang berarti studi atau ilmu.

# BAB 13

## BIOTEKNOLOGI

---

### A. Pengertian Bioteknologi

Bioteknologi, yang berasal dari gabungan kata "bio" dan "teknologi", merujuk pada pemanfaatan organisme hidup, sistem biologis, atau proses untuk mengatasi masalah atau menciptakan produk yang bermanfaat. Riset dalam bidang bioteknologi sangat bergantung pada ilmu seperti mikrobiologi, biokimia, dan teknik genetika. Secara luas, bioteknologi didefinisikan sebagai aplikasi konsep-konsep ilmiah yang melibatkan penggunaan organisme termasuk mikroorganisme, tumbuhan, hewan, dan juga manusia untuk menghasilkan barang atau layanan yang berguna bagi kehidupan manusia.

Bioteknologi merupakan bidang ilmu terapan, bukan disiplin ilmu yang berdiri sendiri. Dalam praktiknya, bioteknologi melibatkan manipulasi organisme atau komponennya untuk menghasilkan produk atau layanan yang esensial bagi manusia. Hal ini meliputi peningkatan nilai tambah dari bahan mentah melalui penggunaan mikroorganisme atau komponen biologis lainnya, seperti bakteri dan jamur. Selain itu, bioteknologi juga memanfaatkan sel tumbuhan dan sel hewan yang dikultur dalam berbagai proses industri.

Implementasi bioteknologi memerlukan integrasi dari berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, termasuk mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi molekuler, kimia, serta teknik proses dan kimia. Proses dalam bioteknologi umumnya mencakup produksi sel atau biomassa dan transformasi kimia yang diinginkan. Transformasi kimia ini dapat dibagi menjadi:

# DAFTAR PUSTAKA

---

- Akhyar Salman. 2003. Biologi SMU Kelas III Semester 2. Bandung: Grafindo Media Pratama,
- Alexandre Jimenez. MP. 1994. Teaching Evolution and Natural Selection J. Res. Sci. Teach. 31(5) 1994:519-535.
- Anonim. 2009. Cryptogamae. [On-line]. Tersedia: <http://merops.sanger.ac.uk/speccards/peptidase/SP000861.htm>. [12 Desember 2009].
- Anonim, 2009. Plant Ecology. [On-line]. Tersedia: [rest.agr.ca/winnipeg/canstoronweb/insect/insectinfo/.htm](http://rest.agr.ca/winnipeg/canstoronweb/insect/insectinfo/.htm) [14 Desember 2009].
- Anonim, 2009. [Online]. Tersedia: [Wurm.fao.org/inpho/vlibrary/x0030S/X0030Sod.jpg](http://Wurm.fao.org/inpho/vlibrary/x0030S/X0030Sod.jpg) [14 Desember 2009].
- Ashok Bendre & Ashok Kumar. 1980. A Textbook of Practical botany, Vol 1. Department of botany. Meerut College, Meerut, India.
- Baldwin, Rebecca. (2003). Embryology. University of Florida. EENY - 289. Tersedia: [http://creatures.ifas.ufl.edu/urban/beetle/ed\\_flour-beetle.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/urban/beetle/ed_flour-beetle.htm) 12 Desember 2003].
- Bhojwani, S.S. and S.P. Bhatnagar. 1978. The Embryology of Angiospermae, Vikas Publishing House PVT Ltd. New Delhi.
- Billings, W. D. 1965. Plant and the Ecosystem. Belmont. Wadsworth. P.C. Inc. California.
- Birsyam, I. 1992. Botani Tumbuhan Rendah. FMIPA-ITB. Bandung.
- Bruce Alberts dkk., 1994, Mikrobiologi Molekuler Sel, Bagian I: Mengenal Sel, Edisi Kedua, Penerbit, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Campbell. 1992. Biology. Benjamin Cummings Publ. CO.
- Campbell, Recce, Taylor, Simon, Dickey. 2009. Biology: Concepts & Connections. Pearson Benjamin Cummings Publ. CO.
- Cartono, 2001, Penuntun Praktikum Biologi Umum, Bandung: Prisma Press.
- Cayne, Bernard S. 2000. Ilmu Pengetahuan Populer. Jakarta: Widyadara.

- Chapman, S.B. 1976. *Methods in Plant Ecology*. Oxford. Edinburg. Melbourne. Blackwell Sc. Publ. London.
- Charles J. Krebs. 1985. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper International Publishers Inc.
- D.A. Pratiwi, Sri Maryati, Sri Kini, Suharno, Bambang. S. 2000. *Penuntun Biologi untuk SMU Kelas 3*. Jakarta: Erlangga.
- Dasuki, U. A., S. Andriani. 2000. *Taksonomi Tumbuhan Rendah*. Bandung: Departemen Biologi-ITB.
- Daubenmire, R. F. 1959. *Plant and Environment: A Textbook of Plant Autecology*. 2nd Ed. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan 1994. *Kurikulum Sekolah Menengah Umum (GBPP) Mata Pelajaran Biologi*. Jakarta: Depdikbud.
- Djoko T. Iskandar. 2002. *Penuntun Kuliah Evolusi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Djamhur Winatasmita dkk, 1990. *Petunjuk Umum Sistematika Hewan Vertebrata*. Diktat Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP Bandung.
- Ebeling, W., 1996. *Urban Entomology: Chapter 7 Pest of stored products*. (<http://entmuseum9.ucr.edu/ent133/ebeling/ebeling7.html>) [12 April 2003]
- Emberlin, J.C. 1983. *Introduction to Ecology*. Macdonalds & Evans Ltd. Plymouth
- Eugene P. Odum. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. (terj.). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Estiti B. Hidayat, 1995, *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Biologi, Insitut Teknologi Bandung.
- Frist W. Went, 1979, *Tetumbuhan (The Plants)*, Bogor: Pustaka Alam Life, Lembaga Biologi Nasional, LIPI.
- Harun Yahya. 1999. *Keruntuhan Teori Evolusi: Membongkar Manipulasi Ilmiah di Belakang Teori Evolusi darwin dan Motif-motif Idiologi-nya*. Bandung: Dzikra.

- Hertien H., 2009. *Biologi Lingkungan*, Bandung: Prisma Press Prodaktama.
- Huston. M. A. 1994. *Biological Diversity I* st ed. Cambridge Univ. Press.
- John W. Kimbal. 1992. (terj. Siti Sutarmi T dan Nawangsari Sugiri) *Biology*. Jakarta: Erlangga.
- Lopez, J.D., 2001. *Environmental of Ecology*. APMRU-USDA ARS. ([http://usda-apmru.tamu.edu/JDL/use\\_of\\_pheromones.html](http://usda-apmru.tamu.edu/JDL/use_of_pheromones.html)) [12 April 2003]
- M. Salman Akhyar. 2003. *Biologi untuk SMU kelas III*. Bandung: Graffindo Media Pratama.
- Nono Sutarno, 1989, *Biologi Umum*, Bandung: Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan (IKIP).
- Nuryani Y. Rustaman dkk, 1990. *Diklat Praktikum Anatomi Perbandingan*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi, FPMIPA IKIP Bandung.
- Pandey, S.N. & P.S. Triverdi. 1979. *A Textbook of Botany, Vol.1*. Vikas Publishing House Pvt ltd. India.
- Prawirohartono, S.2003. *Sains Biolog SMU 1B*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Radiopoetro, 1986. *Zoologi..* Bandung: Erlangga.
- Suhara. 2009. *Pengantar Biokimia*. Bandung: Prisma Prodaktama.
- Russel, tt, *Biodiversity*. ([www. russellipm.com/tribolium.htm](http://www.russellipm.com/tribolium.htm)) [11 Maret 2003]
- Suzuki, Takahisa. 2002. *Chemical Ecology, Chemistry of Natural Compounds*. (<http://www.agbi.tsukuba.ac.jp/~abc/Suzuki/suzuki.html>.) [14 Oktober 2003]
- Soerodikoesoema, Wibisono. 1987. *Anatomi Tumbuhan Moduls 1-3*. Jakarta : Karunika, Universitas Terbuka.
- Sukarno dan Moh. Amin. 1995. *Biologi 3 untuk SMU Kelas 3*, Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan,
- Suryo. 1994. *Genetika*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Suriawiria, Unus. 1990. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Bandung: Angkasa.

- Sumardi Issirep. 1990. Pengantar Struktur dan Perkembangan Tumbuhan, Yogyakarta: Fakultas Biologi, Universitas Gajah Mada.
- Sunita Almatsier. 2001. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Tatang Juhanda, 1981. Pengantar Anatomi Perbandingan Vertebrata Jilid I dan II. Bandung: Armico.
- Tjitrosoepomo, G. 2001. Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, G., 1987, Morfologi Tumbuhan, Yogyakarta: Gajah Mada University Prees.
- Wilson. E. O. 1992. The Diversity of Life. Cambridge. The Belknap Press.
- Wildan Yatim. 1990. Biologi Modern, Histologi, Bandung: Tarsito.
- Yudianto, S.A., 1992. Pengantar Cryptogamae (Sistematik Tumbuhan Rendah). Bandung: Tarsito.

# GLOSARIUM

---

## A

- Abiogenesis = Studi yang membahas tentang bagaimana kehidupan biologis bisa muncul dari materi organik melalui proses yang alami.
- Absorpsi = Suatu kondisi di mana sesuatu memasuki zat lain.
- Anatomi = Anatomi adalah suatu ilmu yang mempelajari bagian dalam (internal) dan luar (external) dari struktur tubuh manusia dan hubungan fisiknya dengan bagian tubuh yang lainnya.
- Antibodi = Zat yang dibentuk dalam darah untuk memusnahkan bakteri/kuman.
- 

## B

- Biogenesis = Produksi kehidupan organisme atau organel baru.
- 

## E

- Evolusi = Perubahan struktur alat tubuh organisme yang berlangsung sedikit demi sedikit dalam waktu yang lama.
- 

## G

- Gerakan Peristaltik = Gerakan otomatis mirip seperti gelombang yang dimulai dari kerongkongan yang berlanjut terus hingga usus.
- Glikolisis = Jalur metabolisme di mana molekul glukosa enam karbon dipecah menjadi molekul tiga karbon yang disebut piruvat.
- 

## H

- Histologi = Ilmu yang mempelajari tentang struktur jaringan secara detail menggunakan mikroskop pada sediaan jaringan yang dipotong tipis.
-

## **K**

Koaservat = Tetesan stabil yang cenderung terbentuk pada suspensi makro molekul (polimer)

---

## **M**

Metabolisme = Serangkaian proses biokimia kompleks yang terjadi di dalam sel-sel organisme, baik itu manusia, hewan, maupun tumbuhan.

Mikrobodi = Organ sel dengan struktur mirip lisosom, berbentuk bulat dengan diameter antara 0,2-2 mikrometer dan diselubungi membran.

Mikroorganisme = Mikroba (disebut juga jasad renik) adalah organisme yang berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamatinya diperlukan alat bantuan.

Mikroskopik = Obyek yang terlalu kecil untuk dilihat dengan mata telanjang dan perlu diperbesar agar dapat terlihat.

---

## **O**

Oksidasi = Pelepasan elektron dari sebuah molekul, atom, atau ion.

Organel = subunit khusus, biasanya di dalam sel, yang memiliki fungsi tertentu.

Organisme = Sistem kehidupan yang kelangsungan hidupnya bergantung pada kemampuannya untuk beradaptasi dengan lingkungan.

---

## **P**

Peroksidasi = Kelompok senyawa yang memiliki ikatan tunggal oksigen-oksigen

Pigmen Klorofil = pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas.

Protoplasma = Komponen hidup sel yang merupakan dasar fisik dari sel makhluk hidup.

---

## **R**

Respirasi = Proses yang terjadi ketika tubuh mendapatkan oksigen dari udara dan mengeluarkan karbon dioksida keluar dari dalam tubuh.

---

## **S**

Sintesis = Integrasi dari dua atau elemen yang menghasilkan suatu hasil baru.

System Sirkulasi = Sistem transportasi yang berfungsi untuk mengangkut berbagai zat di dalam tubuh.

---

## **T**

Toksistas = Sejauh mana suatu zat kimia atau campuran zat tertentu dapat merusak suatu organisme.

Transfusi = Area yang terus berkembang dan menarik untuk dianalisis implementasinya.

---

## **Z**

Zat-Zat Organik= Bagian dari binatang atau tumbuh-tumbuhan dengan komponen utamanya adalah karbon, protein, dan lemak lipid.

Zoologi = Cabang ilmu biologi yang mempelajari hewan beserta kehidupannya secara umum.

# INDEKS

---

- Anabolisme, vi, 62, 70  
Bakteri, 35, 36, 37, 91, 193, 194,  
200, 202, 206  
Biologi, iv, vi, 1, 2, 3, 4, 5, 24, 32,  
33, 199, 209, 210, 211, 212  
Bioteknologi, vii, viii, 6, 187, 188,  
189, 190, 192, 194, 195, 199,  
203, 204, 205, 208  
Ekologi, vii, 5, 33, 172, 173, 176,  
210  
Ekresi, vii, 122  
Eksperimen, 18, 19, 20, 21  
Evolusi, 5, 208, 210, 213  
Fotosintesis, vi, 44, 70, 71, 72,  
73, 74  
Hewan, vi, vii, 44, 47, 110, 210  
Hidup, vii, 23, 176, 186  
Hormon, 86, 133, 134, 158, 160,  
162, 203  
Ilmu, vi, vii, 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 24,  
173, 174, 176, 180, 209, 210,  
211  
Jaringan, vi, 46, 47, 48, 49, 50, 51,  
52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60,  
76, 107, 126, 197  
Katabolisme, vi, 67, 69  
Manusia, vii, 1, 7, 24, 25, 101,  
102, 106, 123, 146, 151, 180,  
183  
Metabolisme, vi, 62, 63, 64, 131,  
213  
Mikroorganisme, viii, 19, 190,  
191, 193, 194, 200, 213  
Organel, 40, 41, 42, 44, 71, 214  
Organisme, 31, 35, 44, 63, 75,  
101, 214  
Otot, 52, 53, 84, 88, 94, 116, 150  
Pencernaan, vi, 44, 82, 86, 87, 88,  
90  
Pernafasan, vii, 101, 102, 104,  
105, 106, 107, 109, 110, 111,  
112, 114, 117, 118, 119  
Protoplasma, 30, 39, 214  
Reproduksi, vii, 151, 154, 163,  
164, 166, 168, 169, 170, 171  
Respirasi, 44, 67, 69, 80, 101,  
102, 115, 214  
Saraf, vii, 53, 137, 140, 141, 142,  
143, 146, 147, 148  
Sel, vi, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 35,  
36, 37, 38, 39, 43, 44, 46, 47,  
48, 51, 53, 55, 57, 58, 59, 61,  
89, 92, 94, 127, 129, 138, 158,  
191, 192, 204, 205, 209  
Sintesis, 43, 44, 80, 214  
Tumbuhan, iv, vi, 44, 54, 59, 168,  
170, 171, 195, 202, 209, 210,  
211, 212, 215

# BIOGRAFI PENULIS

---



## **Dr. Cartono, S.Pd., M.Pd., M.T.**

Alamat Rumah: Jl. Aditya A-23 Taman Cipadung Indah-Kota Bandung, E-mail: [cartono@unpas.ac.id](mailto:cartono@unpas.ac.id) HP. 081322331506

### **Riwayat Pendidikan:**

1. SDN 2 Cibuenying, Majenang Jawa Tengah, lulus 1983
2. SMP Islam Majenang, Cilacap Jawa Tengah, lulus 1986
3. SMA 55 Asia Afrika Kota Bandung, lulus tahun 1991
4. D3 Politeknik Ganesha ITB-Bandung (Mengundurkan Diri) Tahun 1990
5. S1 Biologi FKIP Unpas, lulus Tahun 1996
2. S2 PSDBL FTM ITB, lulus Tahun 2000
3. S2 Pendidikan IPA UPI, lulus Tahun 2000
4. S3 Pendidikan IPA UPI, lulus Tahun 2011

### **Riwayat Pekerjaan:**

1. Dosen tetap di Program Studi Biologi FKIP Unpas (2001-sekarang)
2. Ketua LP2AI dan PJJ Unpas (2018-sekarang)
3. Ketua Tim MBKM Unpas 2020-sekarang
4. Wakil Dekan I FKIP Unpas (2010-2019)
5. Wakil Rektor I Unpas (2023-2028)
6. Narsum dan Instruktur Nasional Kurikulum 2013
7. Ketua Tim Penyusun Proposal dan Penyelenggara Berbagai Program Hibah Kemdikbud (POP, KSK-MBKM, CoE-MBKM, PKKM, KSKI-MBKM, PEKERTI/AA)
8. Ketua Yayasan Amanah Peduli Ummat (YAPU) 2016-sekarang
9. Pengurus MUI Kota Bandung Komisi Dakwah (2021-2026)
10. Instruktur Nasional Diklat Penguatan Kepala Sekolah (PKS)
11. Tim Penilai Buku Teks dan Non Teks di PUSKURBUK, Kemdikbudristek RI
12. Instruktur Nasional Kurikulum Pendidikan Tinggi (KPT) Kemdikbudristek RI
13. Ketua Komite Sekolah, SMAN 22 Bandung 2021-2024.

# BIOLOGI UMUM

Biologi Umum, sebuah panduan komprehensif yang menggali akar dan aplikasi ilmu kehidupan. Buku ini dibuka dengan pemaparan mengenai sejarah kelahiran ilmu biologi, menjelaskan definisi dan cabang-cabang ilmu ini, serta metode ilmiah yang menjadi fondasi dalam penelitian biologi. Pembaca diajak untuk memahami asal usul kehidupan, dari abiogenesis dan biogenesis hingga munculnya kehidupan pada tingkat molekuler. Kajian mendalam tentang sel, dari sejarahnya hingga perbandingan sel prokariotik dan eukariotik, membuka pemahaman tentang unit dasar kehidupan. Jaringan hewan dan tumbuhan diuraikan untuk memperlihatkan keragaman dan fungsi dalam organisme.

Buku ini kemudian menyelami inti dari fungsi biologis melalui penjelasan tentang metabolisme, menggambarkan peran enzim dan proses katabolisme serta anabolisme. Pemahaman tentang nutrisi dan sistem pencernaan makanan diperkaya dengan pengetahuan mengenai berbagai komponen makanan dan mekanisme pencernaan. Sistem peredaran darah tidak hanya dipandang dari perspektif fisiologis tetapi juga melalui lensa imunologi, termasuk pembahasan tentang golongan darah dan faktor Rhesus. Aspek pernapasan dijelaskan dengan membandingkan sistem pada manusia dan hewan serta menyingkap potensi gangguan pernapasan. Sistem ekskresi dibahas dengan mendetail, termasuk fungsi ginjal dan gangguan terkait.

Buku ini juga mengulas sistem saraf dan bagaimana berkoordinasi dalam tubuh, serta sistem reproduksi yang menjadi dasar kelanjutan kehidupan. Dalam bab tentang biologi lingkungan, ekologi diposisikan sebagai konsep dasar dalam ilmu lingkungan dengan mengeksplorasi tantangan lingkungan hidup dan pentingnya keseimbangan ekologis. Bioteknologi ditutup sebagai bidang yang menginspirasi, dengan sejarahnya yang panjang, peranannya yang kritis dalam aplikasi modern, dan dampaknya terhadap masyarakat dan lingkungan.