

IPA (ILMU PENGETAHUAN ALAM) TERPADU

Fahmy Rinanda Saputri

Maryone Saija

Nurul Fuadi

Musma Rukmana

Mellyatul Aini

Rahmaniah

Nurlia Zahara

Ika Maulita

Kurniati Abidin

Jessica Elfani Bermuli

Fera Annisa

Yuli Tamar Filindity



GET PRESS INDONESIA

IPA (ILMU PENGETAHUAN ALAM) TERPADU

Penulis :

Fahmy Rinanda Saputri
Maryone Saija
Nurul Fuadi
Musma Rukmana
Mellyatul Aini
Rahmaniah
Nurlia Zahara
Ika Maulita
Kurniati Abidin
Jessica Elfani Bermuli
Fera Annisa
Yuli Tamar Filindity

ISBN :

Editor : Ari Yanto., M.Pd

Penyunting : Tri Putri Wahyuni,S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat

Website : www.getpress.co.id

Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Desember 2023

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

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) Terpadu ini.

Buku ini membahas Pengantar Ilmu Pengetahuan Alam, Metode Ilmiah dan Proses IPA, Klasifikasi Makhluk Hidup, Struktur dan Fungsi Sel, Proses Fotosintesis dan Respirasi Sel, Pengenalan Materi dan Perubahan, Sistem Tumbuhan, Sistem Bumi, Sistem Energi dan Sumber Daya Alam, Ekologi dan Konservasi, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Penerapan IPA dalam Kehidupan Sehari-hari.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
BAB 1 PENGANTAR ILMU PENGETAHUAN ALAM.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Konsep IPA.....	2
1.3 Sejarah Perkembangan IPA.....	6
1.4 Metode Ilmiah.....	7
1.4 Interaksi antara Cabang IPA	9
1.5 Peran IPA.....	11
DAFTAR PUSTAKA	13
BAB 2 METODE ILMIAH DAN PROSES IPA	15
2.1 Metode Ilmiah.....	16
2.1.1 Definisi Metode Ilmiah.....	16
2.1.2 Tahapan Metode Ilmiah	17
2.2 Proses Ipa.....	24
DAFTAR PUSTAKA	29
BAB 3 KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP	31
3.1 Pendahuluan sistem klasifikasi	31
3.2 Konsep Taksonomi	34
3.2.1 Sejarah Taksonomi.....	36
3.2.2 Prinsip Klasifikasi.....	37
3.2.3 Hierarki Taksonomi.....	39
3.3 Klasifikasi makhluk hidup	41
3.4 Pembagian sistem klasifikasi lima kingdom.....	42
3.4.1 Kingdom Monera	44
3.4.2 Kingdom Protista	46
3.4.3 Kingdom Fungi.....	49
3.4.4 Kingdom Plantae.....	51
3.4.5 Kingdom Animalia	53
3.5 Keunggulan dan Keterbatasan Sistem Klasifikasi.....	55
3.5.1 Keunggulan Sistem Klasifikasi:.....	55
3.5.2 Keterbatasan Sistem Klasifikasi:	56
DAFTAR PUSTAKA	58

BAB 4 STRUKTUR DAN FUNGSI SEL	59
4.1 Pendahuluan.....	59
4.2 Sejarah Perkembangan Teori Sel	59
4.3 Bentuk dan Ukuran Sel	60
4.4 Tipe-Tipe Sel.....	62
4.4.1 Sel Prokariotik.....	62
4.4.2 Sel Eukariotik.....	64
4.5 Organel-Organel Sel.....	66
4.6 Transpor Melintasi Membran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	74
BAB 5 PROSES FOTOSINTESIS DAN RESPIRASI SEL.....	75
5.1 Pendahuluan.....	75
5.2 Fotosintesis.....	77
5.2.1 Reaksi Terang.....	80
5.2.2 Reaksi Siklus Calvin.....	82
5.3 Respirasi Sel	83
5.3.1 Glikolisis.....	84
5.3.2 Siklus Asam Sitrat.....	86
5.3.3 Fosforilasi Oksidatif	88
DAFTAR PUSTAKA	92
BAB 6 PENGENALAN MATERI DAN PERUBAHANNYA	94
6.1 Pendahuluan.....	94
6.2 Sifat dan Perubahan Materi	98
6.2.1 Sifat Fisika Materi	99
6.2.2 Sifat Kimia Materi	100
6.3 Klasifikasi Materi.....	100
6.4 Atom dan Molekul	103
6.5 Tabel Periodik.....	105
DAFTAR PUSTAKA	107
BAB 7 SISTEM TUMBUHAN.....	108
7.1 Pendahuluan.....	108
7.2 Pengertian Tumbuhan	108
7.3 Akar (Radix)	109
7.3.1 Ciri-Ciri Umum Akar.....	109
7.3.2 Morfologi Akar	110
7.3.3 Anatomi Akar.....	110

7.3.4 Sistem Perakaran.....	112
7.4 Batang	112
7.4.1 Ciri-Ciri Umum Batang	113
7.4.2 Anatomi Batang	113
7.5 Daun	115
7.5.1 Ciri-Ciri Umum Daun	116
7.5.2 Bagian-Bagian Daun.....	116
7.6 Buah (Fructus).....	118
7.6.1 Morfologi dan Anatomi Buah.....	119
7.6.2 Penggolongan Buah	119
7.5 Biji (Semen).....	120
7.5.1 Struktur Morfologi dan Anatomi Biji	120
DAFTAR PUSTAKA.....	122
BAB 8 SISTEM BUMI.....	124
8.1 Pendahuluan.....	124
8.2 Struktur Bumi.....	124
8.2.1 Litosfer.....	125
8.2.2 Mantel.....	125
8.2.3 Inti Luar	126
8.2.4 Inti Dalam	126
8.3 Pelat Tektonik.....	126
8.3.1 Konsep Utama Pelat Tektonik.....	126
8.3.2 Tipe Batas Lempeng Tektonik	127
8.3.3 Dampak Pelat Tektonik.....	127
8.3.4 Pentingnya Teori Pelat Tektonik	128
8.4 Atmosfer Bumi.....	128
8.4.1 Troposfer	128
8.4.2 Stratosfer	128
8.4.3 Ozonosfer (Ozon Layer).....	129
8.4.4 Mesosfer	129
8.4.5 Termosfer.....	129
8.4.6 Eksosfer	129
8.5 Hidrosfer.....	130
8.5.1 Lautan dan Samudra	130
8.5.2 Danau dan Sungai.....	131
8.5.3 Es dan Gletser	131
8.5.4 Siklus Air	132

8.5.5 Pentingnya Hidrosfer	132
8.6 Biosfer	132
8.6.1 Kehidupan di Bumi	132
8.6.2 Ekosistem	132
8.6.3 Hubungan Antar Organisme	133
8.6.4 Peran Manusia dalam Biosfer	133
8.6.5 Konservasi Biosfer	133
8.7 Interaksi Sistem Bumi	134
8.7.1 Siklus Batuan	134
8.7.2 Siklus Air	134
8.7.3 Siklus Karbon	135
8.7.4 Siklus Nitrogen	135
8.7.5 Hubungan Antara Litosfer, Hidrosfer, dan Atmosfer	135
8.8 Perubahan Lingkungan	135
8.8.1 Perubahan Iklim	135
8.8.2 Pemanasan Global	136
8.8.3 Kepunahan Spesies	136
8.8.4 Polusi Lingkungan	136
8.8.5 Upaya Pelestarian Lingkungan	137
8.9 Kegiatan Manusia dan Sistem Bumi	137
8.9.1 Pertanian dan Kehutanan	137
8.9.2 Pertambangan dan Penggalian	137
8.9.3 Industri dan Polusi	137
8.9.4 Pembangunan Perkotaan	137
8.9.5 Peran Individu dalam Pelestarian Lingkungan	138
DAFTAR PUSTAKA	139
BAB 9 SISTEM ENERGI DAN SUMBER DAYA ALAM	140
9.1 Sistem Energi	140
9.1.1 Energi Potensial	141
9.1.2 Energi Kinetik	141
9.1.3 Energi Termal	143
9.2 Sumber Daya Alam	145
9.2.1 Energi terbarukan	146
9.2.2 Energi tak terbarukan	151
DAFTAR PUSTAKA	154
BAB 10 EKOLOGI DAN KONSERVASI	156

10.1	Pendahuluan	156
10.1.1	Pengertian Ekologi	156
10.1.2	Ruang Lingkup Ekologi dan Hubungannya dengan Ilmu Lain	157
10.1.3	Pembagian Ekologi.....	159
10.2	Konservasi.....	162
10.2.1	Definisi Konservasi.....	162
10.2.2	Ancaman terhadap Keanekaragaman Hayati.....	163
10.2.3	Konservasi Spesies	165
	DAFTAR PUSTAKA	176
BAB 11 ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI (IPTEK)		180
11.1	Pendahuluan	180
11.2	Pengertian IPTEK	182
11.3	Pengertian IPTEK Menurut Para Ahli.....	183
11.4	Ciri-Ciri IPTEK	184
11.5	Manfaat IPTEK.....	186
11.6	Dampak (IPTEK) dalam Kehidupan Masyarakat.....	188
11.7	Contoh IPTEK	192
	DAFTAR PUSTAKA	195
BAB 12 PENERAPAN IPA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI		196
12.1	Pendahuluan	196
12.2	Proses IPA	197
12.3	Konten IPA.....	198
12.4	Peranan IPA dalam kehidupan sehari-hari	199
	DAFTAR PUSTAKA	206
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Percobaan IPA dapat dilakukan di dalam laboratorium maupun di lingkungan luar	5
Gambar 3.1. Perkembangan Klasifikasi Makhluk Hidup	41
Gambar 3.2. Klasifikasi Makhluk hidup 5 kingdom	44
Gambar 4.1. Berbagai bentuk sel pada bakteri	61
Gambar 4.2. Kisaran ukuran sel.....	62
Gambar 4.3. Struktur sel bakteri.....	63
Gambar 4.4. Struktur sel hewan.....	65
Gambar 4.5. Struktur sel tumbuhan.....	65
Gambar 4.6. Proses difusi setetes tinta ke dalam air	70
Gambar 4.7. Proses osmosis pada sel hewan dan sel tumbuhan.....	71
Gambar 4.8. Proses terjadinya pompa ion K^+ dan Na^+	72
Gambar 4.9. Dua protein membran yang terlibat dalam kotranspor	73
Gambar 4.10. Proses (a) endositosis dan (b) eksositosis.....	73
Gambar 5.1. Aliran energi dan daur ulang (siklus ulang) unsur kimia dalam ekosistem	76
Gambar 5.2. Tumbuhan yang merupakan organisme fotoautotrof.....	77
Gambar 5.3. Lokasi Fotosintesis pada Daun	78
Gambar 5.4. Dua Tahap pada Proses Fotosintesis.....	79
Gambar 5.5. Aliran elektron pada saat reaksi terang, hingga menghasilkan ATP dan NADPH	80
Gambar 5.6. Siklus Calvin	82
Gambar 5.7. Respirasi selular.....	84
Gambar 5.8. Glikolisis	85
Gambar 5.9. Pengubahan piruvat menjadi asetil KoA	86
Gambar 5.10. Siklus asam sitrat.....	87
Gambar 5.11. Fosforilasi oksidatif.....	89
Gambar 5.12. Perolehan ATP	91
Gambar 6.1. Perbedaan warna besi dalam berbagai kondisi (a) logam besi (b) besi yang terkorosi (c) besi yang terbakar.....	95

Gambar 6.2. Susunan Partikel berbagai wujud zat (a) zat padat, (b) zat cair, (c) zat Gas	101
Gambar 6.3. Unsur hidrogen, oksigen, fosfor, dan belerang membentuk molekul yang terdiri dari dua atom atau lebih dari unsur yang sama.	103
Gambar 6.4. Tabel Periodik Unsur Kimia.....	105
Gambar 7.1. Gambaran Umum Tumbuhan.....	108
Gambar 7.2. Bagian-Bagian Akar	109
Gambar 7.3. Anatomi akar.....	110
Gambar 7.4. Sistem perakaran tunggang dan serabut	111
Gambar 7.5. Batang berkas pengangkut.....	113
Gambar 7.6. A,B berkas koleteral terbuka, C,D berkas koleteral tertutup, E,F berkas bikoleteral	114
Gambar 7.7. Bagian-bagian daun	115
Gambar 7.8. Struktur bagian anatomi daun.....	116
Gambar 7.9. Penampang melintang daun jagung (<i>Zea mays</i>).....	117
Gambar 7.10. Bagian-bagian buah.....	118
Gambar 7.11. Morfologi biji pada <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	120
Gambar 8.1. Struktur Bumi	123
Gambar 8.2. Ilustrasi Litosfer	124
Gambar 8.3. Kapal Nelayan di Samudera Hindia.....	130
Gambar 8.4. Penangkaran Gajah di Pinnawala, Sri Lanka	133
Gambar 8.5. Polusi Udara dari Pabrik.....	135
Gambar 9.1. Contoh perubahan bentuk energi potensial, menjadi energi kinetik lalu menjadi energi mekanik.	139
Gambar 9.2. Seorang pria mendorong sebuah dengan gaya berlawanan dengan gaya gesek	142
Gambar 9.3. Roda dayung berputar dalam tangki air.....	144
Gambar 9.4. Ilustrasi panel surya.	145
Gambar 9.5. Ilustrasi kincir angin.....	146
Gambar 9.6. Ilustrasi tenaga nuklir.....	147
Gambar 9.7. Ilustrasi pembangkit listrik tenaga air.....	148

Gambar 9.8. Ilustrasi pembangkit listrik tenaga arus laut.....	149
Gambar 9.9. Pembangkit listrik bioenergi.....	150
Gambar 9.10. Batubara merupakan batuan sedimen berwarna hitam yang dapat dibakar untuk bahan bakar.	151
Gambar 9.11. Batubara dibakar untuk bahan bakar pembangkit listrik di Rock Springs, Wyoming, AS.....	152
Gambar 100.1. Pengelompokkan bahan organik tanah.....	157
Gambar 100.2. Lembaga konservasi: <i>in-situ</i> dan <i>ex-situ</i>	165
Gambar 11.1. Ilustrasi Penerapan IPTEK.....	180
Gambar 11.2. Ilustrasi Teknologi. Kredit Joseph Mucira Via Pixabay	181
Gambar 11.3. Teknologi Kecerdasan Buatan.....	185
Gambar 12.1. BuburSagu/Bubur Ne.....	201
Gambar 12.2. Salah satu proses penggaraman ikan di Pulau Banda.....	202
Gambar 12.3. Proses pembuatan manisan Pala banda ..	203
Gambar 12.4. Aru-arau papeda.....	204

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Perbedaan Sel Hewan dengan Sel Tumbuhan	66
Tabel 8.1. Lapisan Atmosfer Bumi	129
Tabel 10.1. Beberapa bentuk kawasan Suaka Margasatwa yang ada di Indonesia.	166
Tabel 10.2. Kawasan Taman Nasional yang ada di Indonesia.	168
Tabel 10.3. Kawasan Cagar Alam yang terdapat di negara Indonesia.	169
Tabel 10.4. Kawasan Taman Laut yang berada di kawasan Indonesia.	169
Tabel 10.5. Taman Safari yang terdapat di Indonesia dan menjadi pusat penangkaran bagi satwa yang ada di Indonesia.	171
Tabel 10.6. Kebun Binatang yang ada di Indonesia, khususnya di wilayah Sumatera, Jawa, dan Bali.	171
Tabel 10.7. Daftar Kebun Raya yang ada di Indonesia yang digunakan sebagai tempat untuk budidaya dan konservasi secara <i>ex-situ</i>	173

BAB 1

PENGANTAR ILMU PENGETAHUAN ALAM

Oleh Fahmy Rinanda Saputri

1.1 Pendahuluan

Selamat datang dalam petualangan ilmiah yang menakjubkan! Buku ini adalah pintu gerbang menuju pengetahuan yang mendalam mengenai Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). IPA adalah kunci untuk memahami dunia di sekitar kita, dari struktur kecil sel hingga kompleksitas tata surya yang luas. Melalui serangkaian bab yang informatif dan menginspirasi, buku ini akan membimbing Anda melalui berbagai konsep ilmiah yang membentuk dasar pemahaman kita tentang alam semesta.

Diawali dengan membahas Metode Ilmiah dan Proses IPA. Anda akan memahami langkah-langkah sistematis yang digunakan oleh para ilmuwan untuk menjelajahi misteri alam dan mengungkap rahasia yang tersembunyi. Dengan memahami metode ilmiah, Anda akan memiliki landasan yang kuat untuk memahami setiap bab yang mengikuti.

Selanjutnya, eksplorasi kita membawa kita ke dunia Sistem Klasifikasi Makhluk Hidup. Anda akan diajak untuk menyelami keragaman kehidupan di planet ini dan memahami bagaimana ilmuwan mengelompokkan dan mengidentifikasi berbagai makhluk hidup. Proses ini membantu kita menemukan pola dan hubungan antar organisme di alam.

Berlanjut dari itu, buku ini membahas Struktur dan Fungsi Sel, menyelami dunia mikroskopis yang menjadi dasar kehidupan. Kami juga akan menjelajahi Sistem Pernapasan dan Sirkulasi, dua sistem vital yang mendukung kehidupan organisme kompleks.

Selanjutnya, perjalanan ilmiah kita membahas Proses Fotosintesis dan Respirasi Sel, mengungkap rahasia energi yang menggerakkan semua bentuk kehidupan. Pengenalan Materi dan

Perubahan mengarahkan kita ke perjalanan yang melibatkan transformasi materi di sekitar kita, sementara Gaya, Gerak, dan Energi membahas dasar-dasar fisika yang memengaruhi setiap aspek kehidupan.

Buku ini juga mengajak pembaca menjelajahi Sistem Tumbuhan, Sistem Bumi, dan Sistem Matahari dan Tata Surya. Anda akan memahami bagaimana organisme, planet, dan benda langit berinteraksi dalam harmoni yang kompleks.

Eksplorasi ilmiah kita meluas hingga ke Sistem Energi dan Sumber Daya Alam, memberikan wawasan tentang bagaimana kita dapat menggunakan sumber daya alam secara berkelanjutan. Bab-bab terakhir membahas Ekologi dan Konservasi, mengajak kita untuk merenungkan peran kita dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

Buku ini juga merambah pada Penerapan IPA dalam Kehidupan Sehari-hari, menunjukkan bagaimana pengetahuan ilmiah dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari dan bagaimana kita sebagai individu dapat berkontribusi pada kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Dengan membaca buku ini, Anda tidak hanya akan mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang Ilmu Pengetahuan Alam, tetapi juga akan terinspirasi untuk menjelajahi dunia ilmiah dan menyadari pentingnya ilmu pengetahuan dalam membentuk masa depan kita. Selamat menikmati perjalanan ilmiah ini!

Sebelum memulai perjalanan ilmiah melalui buku ini, terlebih dahulu akan disampaikan beberapa hal dalam bab Pengantar Ilmu Pengetahuan Alam ini.

1.2 Konsep IPA

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah suatu disiplin ilmiah yang mengkaji dan menyelidiki berbagai aspek alam semesta dan fenomena alam di sekitar kita. Secara umum, IPA terbagi menjadi beberapa cabang utama, termasuk fisika, kimia, biologi, dan lain sebagainya. Pengertian IPA mencakup penerapan metode ilmiah untuk mengamati, mengukur, menjelaskan, dan memprediksi

fenomena alam dengan menggunakan pendekatan yang sistematis dan obyektif.

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) mencakup beberapa cabang utama, yang masing-masing fokus pada aspek tertentu dari alam semesta. Biologi, sebagai bagian dari IPA, mempelajari makhluk hidup, dengan cabang-cabang seperti Zoologi untuk binatang, Botani untuk tumbuhan, Entomologi untuk serangga, dan Mikrobiologi untuk makhluk hidup mikroskopis.

1. Fisika, dalam lingkup IPA, mengkaji gejala dan fenomena alam serta sifat benda-benda di sekitar kita. Contoh cabang-cabangnya termasuk Mekanika yang mempelajari gerak benda, Elektronika yang fokus pada arus listrik dan magnet, serta Optika Geometris yang membahas alat-alat optik.
2. Astronomi, sebagai bagian dari IPA, memfokuskan diri pada planet, bintang, dan alam semesta secara keseluruhan. Semua benda langit, termasuk Matahari dan peristiwa astronomi seperti gerhana, komet, dan asteroid, dikaji dalam bidang ini.
3. Geologi, sebagai cabang IPA, berkaitan dengan studi mengenai Bumi dan perubahannya. Cabang-cabang Geologi melibatkan Vulkanologi (tentang gunung berapi), Seismologi (tentang gempa bumi), dan Paleontologi (tentang fosil yang membantu mengidentifikasi umur suatu tempat dan kebudayaan zaman tertentu).
4. Kimia, bagian lain dari IPA, membahas berbagai aspek materi, termasuk komposisi, sifat, dan perubahan dalam reaksi kimia. Cabang-cabangnya melibatkan Farmasi (tentang obat-obatan), Radiokimia (tentang zat-zat radioaktif), Kimia Organik (tentang bahan kimia dalam makhluk hidup), dan Kimia Anorganik (tentang bahan kimia dalam objek tak hidup).
5. Ekologi, sebagai bagian dari sains, memfokuskan diri pada hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungan sekitarnya. Ilmu ini membahas berbagai masalah lingkungan, seperti polusi udara, tanah, dan air, serta dampak perubahan iklim dan kepunahan hewan tertentu. Dengan begitu, bidang-bidang dalam IPA

mencakup sejumlah studi yang luas dan beragam untuk memahami alam semesta dengan lebih baik (Inabuy et al., 2021).

Apakah kita setuju bahwa ilmu pengetahuan ada di mana-mana? Mari kita perhatikan beberapa contoh. Mulai dari diri kita sendiri, hewan, atau tumbuhan, semuanya merupakan bagian dari ilmu pengetahuan. Lalu, mari kita amati udara, listrik, cahaya, makanan, hingga pelangi – semuanya juga tercakup dalam pelajaran ilmu pengetahuan. Bahkan, fenomena seperti gempa bumi hingga ke luar angkasa juga merupakan bagian dari ilmu pengetahuan. Oleh karena itu, ilmu pengetahuan hadir baik di dalam diri kita maupun di sekitar kita.

Ilmu pengetahuan juga digunakan dalam berbagai bidang pekerjaan, termasuk oleh dokter, perawat, arsitek, ahli komputer, pilot, insinyur, polisi, ahli pangan dan nutrisi, serta berbagai profesi lainnya. Mereka yang secara khusus melakukan penelitian untuk mengembangkan ilmu pengetahuan disebut ilmuwan.

Namun, apa sebenarnya definisi ilmu pengetahuan? Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, ilmu pengetahuan adalah pengetahuan sistematis tentang alam dan dunia fisik. Untuk memahami hal-hal ini, ilmuwan melakukan percobaan atau eksperimen. Meskipun banyak percobaan dilakukan di laboratorium ilmu pengetahuan, beberapa ilmuwan juga melaksanakan eksperimen di luar laboratorium, seperti di hutan, pantai, sawah, laut, pabrik, kapal, pesawat, atau bahkan di luar angkasa. Contohnya, dapat dilihat pada Gambar 1.1, yang menunjukkan ilmuwan sedang melakukan percobaan di lingkungan alam (Inabuy et al., 2021).



Gambar 1.1. Percobaan IPA dapat dilakukan di dalam laboratorium maupun di lingkungan luar
Sumber: (Inabuy et al., 2021)

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran sentral yang tidak tergantikan dalam kehidupan sehari-hari kita. Pemahaman mengenai alam semesta, mulai dari partikel subatomik hingga struktur galaksi, memberikan kita cakrawala pengetahuan yang luas dan mengilhami rasa ingin tahu. Dengan pemahaman ini, kita dapat merenung tentang tempat kita dalam alam semesta yang kompleks dan terus berkembang.

Selain itu, IPA menjadi pendorong utama bagi teknologi dan inovasi. Penemuan-penemuan dalam IPA tidak hanya menciptakan perangkat dan sistem baru, tetapi juga mempengaruhi setiap aspek kehidupan kita. Mulai dari perangkat medis yang menyelamatkan nyawa hingga perkembangan teknologi komunikasi yang menghubungkan dunia, IPA menciptakan landasan bagi kemajuan teknologi.

Dalam bidang kesehatan, IPA, terutama dalam cabang biologi, memberikan landasan kritis untuk memahami penyakit, organisme penyebab penyakit, serta pengembangan obat-obatan

dan vaksin. Hal ini tidak hanya mendukung upaya pencegahan dan pengobatan penyakit, tetapi juga meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan manusia secara keseluruhan.

Selanjutnya, IPA memainkan peran kunci dalam menjaga keberlanjutan lingkungan. Penelitian tentang ekologi, sumber daya alam, dan perubahan iklim membantu kita memahami dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan. Dengan pengetahuan ini, kita dapat mengembangkan strategi untuk melibatkan diri dalam menjaga keberlanjutan planet ini, mempertahankan keanekaragaman hayati, dan meminimalkan dampak negatif kita terhadap lingkungan.

Terakhir, melalui penerapan metode ilmiah, IPA membekali kita dengan keterampilan pemecahan masalah yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Proses berpikir kritis dan analitis yang diajarkan oleh IPA membantu kita mengatasi tantangan kompleks di berbagai bidang, dari pekerjaan hingga kehidupan pribadi. Dengan demikian, peran dan pentingnya Ilmu Pengetahuan Alam dalam kehidupan sehari-hari sangat besar, membentuk dasar pengetahuan dan keterampilan yang mendukung perkembangan dan kemajuan masyarakat.

1.3 Sejarah Perkembangan IPA

Sejarah IPA diawali dari zaman kuno, lalu dilanjutkan dengan saat zaman Yunani kuno, zaman pertengahan, hingga zaman modern (Karim, 2017).

1. Zaman Kuno

Pada zaman kuno, pengetahuan diperoleh melalui pengamatan, pembedaan, dan percobaan yang bersifat spekulatif atau trial and error. Manusia pada periode ini menerima pengetahuan tanpa usaha mencari asal usul dan sebab-akibat dari fenomena. Setelah kemampuan menulis, membaca, dan berhitung berkembang, pengetahuan dicatat secara tertib.

2. Zaman Yunani Kuno

Perkembangan ilmu pengetahuan pesat pada zaman Yunani disebabkan kemampuan berpikir rasional. Pada tahap ini, manusia tidak hanya menerima pengetahuan, tetapi juga mencoba secara spekulatif untuk mencari jawaban tentang asal-

- usul dan sebab-akibat dari segala sesuatu. Beberapa tokoh penting seperti Thales, Anaximenes, Anaximander, Heraklitos, Pythagoras, Empedokles, Leukippos, Demokritos, Plato, Aristoteles, dan Ptolomeus muncul.
3. Zaman Pertengahan
Zaman Alkimia (abad 1-2) diisi oleh ahli alkimia yang menerima pendapat empat unsur dan menambah tiga unsur lainnya. Pada Zaman Latrokimia, beberapa cendekiawan Islam seperti Al Khowarisni, Omar Khayam, dan Abu Ibnusina memberikan kontribusi besar pada bidang matematika, astronomi, dan kedokteran.
 4. Zaman Modern
Pengetahuan yang terkumpul dari Yunani hingga abad pertengahan belum sistematis dan dianalisis menurut jalan pikiran tertentu. Setelah alat eksperimen dikembangkan, Roger Bacon, Leonardo da Vinci, Francis Bacon, Nicolas Copernicus, Johannes Keppler, dan Galileo Galilei membawa perubahan. Pemikiran induktif dan eksperimen ditingkatkan untuk mencapai kebenaran. Copernicus mengusulkan heliosentrisme, Keppler menemukan hukum planet, dan Galileo menemukan hukum gerak serta melakukan pengamatan astronomi dengan teropong.

1.4 Metode Ilmiah

Metode ilmiah merupakan suatu pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasi data dengan tujuan memperoleh pengetahuan yang dapat diandalkan mengenai fenomena alam atau suatu masalah tertentu. Penerapan metode ini penting guna memastikan bahwa penelitian dilakukan dengan tingkat ketelitian dan objektivitas yang tinggi, sehingga hasilnya dapat diakui sebagai kebenaran ilmiah. Langkah-langkah metode ilmiah, seperti:

1. Pengamatan:
 - a. Identifikasi fenomena atau masalah yang akan diteliti.
 - b. Lakukan pengamatan terhadap objek atau kejadian yang terkait dengan masalah tersebut.

2. Pertanyaan Penelitian:
 - a. Rumuskan pertanyaan atau hipotesis yang akan dijawab melalui penelitian.
3. Perumusan Hipotesis:
 - a. Buat hipotesis yang dapat diuji dan diukur untuk menjawab pertanyaan penelitian.
4. Desain Penelitian:
 - a. Rencanakan metode dan teknik pengumpulan data yang sesuai.
 - b. Tentukan populasi atau sampel yang akan diteliti.
5. Pengumpulan Data:
 - a. Kumpulkan data sesuai dengan desain penelitian yang telah dibuat.
6. Analisis Data:
 - a. Analisis data menggunakan teknik statistik atau metode analisis yang sesuai.
 - b. Identifikasi pola atau hubungan dalam data.
7. Penarikan Kesimpulan:
 - a. Tarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis data terhadap pertanyaan penelitian atau hipotesis.
8. Pengulangan dan Verifikasi:
 - a. Ulangi eksperimen atau penelitian untuk memastikan konsistensi hasil.
 - b. Lakukan verifikasi oleh peneliti lain untuk menguji kebenaran hasil.
9. Publikasi Hasil:
 - a. Sajikan hasil penelitian melalui publikasi ilmiah atau laporan yang sesuai dengan standar keilmuan.

Contoh Penerapan Metode Ilmiah dalam Penelitian

Contoh penerapan metode ilmiah dapat dijelaskan dengan skenario penelitian mengenai pengaruh jenis pupuk terhadap pertumbuhan tanaman:

1. Pengamatan:
 - a. Melakukan pengamatan awal tentang pertumbuhan tanaman.
 - b. Memilih variabel yang akan diteliti, yaitu jenis pupuk.

2. Pertanyaan Penelitian:
Apakah jenis pupuk mempengaruhi pertumbuhan tanaman?
3. Perumusan Hipotesis:
"Tanaman yang diberi pupuk organik akan tumbuh lebih baik daripada tanaman yang diberi pupuk anorganik."
4. Desain Penelitian:
Menentukan jenis tanaman, kelompok eksperimental dan kontrol, serta cara pengukuran pertumbuhan.
5. Pengumpulan Data:
Menanam tanaman dan memberikan pupuk sesuai desain penelitian.
6. Analisis Data:
Mengukur pertumbuhan tanaman dan membandingkan hasil antara kelompok yang diberi pupuk organik dan anorganik.
7. Penarikan Kesimpulan:
Menganalisis apakah terdapat perbedaan signifikan dalam pertumbuhan tanaman dan menarik kesimpulan sesuai dengan data.
8. Pengulangan dan Verifikasi:
Melakukan percobaan serupa di berbagai kondisi untuk memastikan konsistensi hasil.
9. Publikasi Hasil:
Menyajikan temuan melalui laporan penelitian atau artikel ilmiah yang dapat diakses oleh masyarakat ilmiah.

1.4 Interaksi antara Cabang IPA

Interaksi antar cabang ilmu pengetahuan alam menggambarkan keterkaitan dan saling memengaruhi antara berbagai disiplin ilmu di bidang alam. Meskipun masing-masing cabang memiliki fokus utama yang berbeda, tetapi dalam praktiknya, ilmu pengetahuan alam seringkali saling bersinggungan dan berkolaborasi. Berikut adalah beberapa contoh interaksi antar cabang ilmu pengetahuan alam:

1. Biologi dan Kimia:
Genetika: Kajian tentang pewarisan sifat-sifat biologis melibatkan pemahaman tentang struktur molekuler DNA dan RNA, yang merupakan konsep kimia biologis.

Biokimia: Mempelajari proses-proses kimiawi dalam sel dan organisme, sehingga memadukan prinsip-prinsip biologi dan kimia.

2. Fisika dan Biologi:

Biomekanika: Menggabungkan konsep-konsep fisika, seperti gerak, tekanan, dan energi, untuk memahami bagaimana organisme hidup berinteraksi dengan lingkungan fisik mereka.

3. Geologi dan Kimia:

Geo-kimia: Mempelajari komposisi kimia dari batuan, tanah, dan air di Bumi, sehingga mengintegrasikan prinsip-prinsip geologi dan kimia.

4. Fisika dan Kimia:

Fisika Kimia: Meneliti sifat-sifat fisik dan kimia dari materi, menggabungkan konsep-konsep dari fisika dan kimia untuk menjelaskan perilaku materi.

5. Astronomi dan Fisika:

Astrofisika: Mengaplikasikan prinsip-prinsip fisika untuk memahami fenomena di luar angkasa, seperti gerak planet, pembentukan bintang, dan struktur alam semesta.

6. Ekologi dan Kimia:

Ekotoksikologi: Mempelajari dampak zat kimia terhadap ekosistem dan organisme hidup di dalamnya, menyatukan prinsip-prinsip ekologi dan kimia.

7. Fisika dan Astronomi:

Astrofisika Partikel: Meneliti partikel-partikel subatomik dan fenomena fisika tingkat tinggi yang terjadi di luar angkasa.

8. Geografi dan Biologi:

Ekologi Lanskap: Memahami interaksi antara organisme hidup dan lingkungan geografis, mengintegrasikan konsep-konsep dari geografi dan biologi.

9. Meteorologi dan Fisika:

Dinamika Atmosfer: Meneliti gerak dan sifat atmosfer Bumi, menerapkan prinsip-prinsip fisika pada pemahaman cuaca dan iklim.

Melalui interaksi antar cabang ilmu pengetahuan alam, ilmuwan dapat mendapatkan pemahaman yang lebih holistik

tentang alam dan fenomena yang ada di dalamnya. Kolaborasi dan integrasi antar disiplin ilmu ini menjadi kunci untuk mengatasi tantangan kompleks dalam memahami dan menjelaskan fenomena alam yang luas dan beragam.

1.5 Peran IPA

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki dampak signifikan dalam kehidupan sehari-hari melalui berbagai aplikasi yang memengaruhi aspek teknologi, kesehatan, lingkungan, dan pengembangan masyarakat. Salah satu aspek yang paling mencolok adalah peran IPA dalam teknologi dan inovasi. Dengan dasar pengetahuan dari fisika, kimia, dan biologi, teknologi terus berkembang, menciptakan perangkat canggih dan solusi inovatif yang memudahkan kehidupan manusia.

Pentingnya IPA juga terwujud dalam kesehatan, di mana pemahaman mendalam tentang biologi dan kimia mendukung penelitian medis dan pengembangan obat. Diagnosis penyakit, vaksin, dan prosedur medis modern banyak bergantung pada kontribusi ilmu pengetahuan alam.

Selain itu, IPA memiliki peran krusial dalam konservasi alam dan lingkungan. Melalui ekologi, ilmu pengetahuan alam membantu memahami interaksi kompleks antara manusia dan ekosistem, memberikan dasar untuk kebijakan konservasi, dan mengelola sumber daya alam dengan berkelanjutan.

Pentingnya memahami IPA tidak hanya terletak pada kemajuan teknologi atau kesehatan, melainkan juga pada manfaat pendidikan IPA. Pendidikan IPA memberikan dasar pengetahuan yang kuat, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah yang sangat diperlukan dalam masyarakat yang terus berubah.

Peran IPA dalam pengembangan masyarakat tercermin dalam kontribusinya terhadap pembangunan infrastruktur, pertanian, dan industri. Dengan penerapan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan alam, masyarakat dapat meningkatkan produksi pangan, energi terbarukan, dan infrastruktur yang berkelanjutan.

Meskipun IPA membawa berbagai manfaat, tantangan dan peluang terus muncul di era ilmu pengetahuan dan teknologi.

Tantangan melibatkan etika dalam penggunaan teknologi, pengelolaan risiko terkait penelitian ilmiah, dan dampak lingkungan. Namun, di tengah tantangan tersebut, terbuka pula peluang untuk terus mengembangkan solusi yang inovatif dan berkelanjutan, menjadikan IPA sebagai pendorong utama kemajuan dalam berbagai aspek kehidupan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Inabuy, V., Sutia, C., Maryana, O. F. T., Hardanie, B. D., & Lestari, S. H. 2021. Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP Kelas VII. In *Pusat Kurikulum dan Perbukuan Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi*.
- Karim, A. 2017. Sejarah Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Metodologi Penelitian. *Fikrah Jurnal Ilmu Aqidah Dan Studi Keagamaan*, 2(1), 273–289. <https://journal.iainkudus.ac.id/index.php/fikrah/article/view/563>

BAB 2

METODE ILMIAH DAN PROSES IPA

Oleh Maryone Saija

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat masif merupakan titik singgung (atau yang disebut produk) dari metode ilmiah yang dikerjakan dengan proses sains. Milasari et al., (2021) menyatakan bahwa perkembangan ini tidak terlepas dari pengaruh filsafat yang diawali dari zaman Yunani kuno. Berdasarkan kemajuan ilmu pengetahuan yang telah ada, kita dituntut untuk mampu menggunakannya dengan cerdas. Penggunaan teknologi komunikasi dan informasi membutuhkan cara ilmiah untuk menghasilkan produk sehingga dapat dipertanggungjawabkan.

Berpikir pada dasarnya dapat disebutkan sebagai hakekat manusia karena menghasilkan sebuah pengetahuan yang berfungsi untuk menjawab pertanyaan dan menjawab hipotesis sebagai bentuk pemecahan masalah yang muncul dalam kehidupan. Proses berfikir tersebut adalah untuk menghasilkan sebuah pengetahuan. Oleh sebab itu, dibutuhkan ilmu sebagai jawaban dari kegelisahan itu. Suriasumantri (2015) menyatakan bahwa kelompok ilmu yang mempunyai spesifikasi tertentu dan sudah ditentukan sehingga menjadi pembeda dengan ilmu yang lain disebut sebagai pengetahuan.

Metode ilmiah merupakan hasil dari cara berpikir untuk menghasilkan pengetahuan yang dengan karakteristik tertentu, bersifat rasional dan teruji sehingga dapat diandalkan. Metode ilmiah menggabungkan cara berpikir deduktif dan induktif dalam membangun pengetahuan. Berpikir deduktif memberikan sifat yang rasional kepada pengetahuan ilmiah dan bersifat konsisten dengan pengetahuan yang telah dikumpulkan sebelumnya. Secara sistematis dan kumulatif pengetahuan ilmiah disusun setahap demi setahap dengan menyusun argumentasi tentang hal baru berdasarkan pengetahuan yang telah ada. Oleh sebab itu, dikatakan

bahwa ilmu merupakan tubuh pengetahuan yang tersusun dan terorganisasi dengan baik. Secara konsisten dan koheren maka ilmu mencoba memberikan penjelasan yang rasional kepada objek yang berada dalam fokus penelaah. Berpikir sains merupakan pola pikir yang mendalam sehingga menghasilkan pemikiran yang sistematis, dan memiliki kebenaran untuk dipertanggungjawabkan, semuanya ini bersumber pada filsafat ilmu.

Selanjutnya, proses IPA menekankan pada bagaimana kita mendekati dan menjelajahi fenomena atau pertanyaan penelitian. Proses ini melibatkan pengamatan, membuat pertanyaan, merancang penelitian, dan menganalisis hasil. Proses IPA tidak hanya terkait mengumpulkan fakta, tetapi juga melibatkan pemikiran kritis, penalaran logis, dan interpretasi data untuk memahami keterkaitan dan implikasi dari hasil temuan.

Melalui pemahaman bersama Metode Ilmiah dan Proses IPA, kita dapat menggali lebih dalam tentang esensi ilmiah dan bagaimana membangun pengetahuan yang dapat diandalkan. Bab ini akan membimbing pembaca melalui langkah-langkah kritis, menyoroti keandalan penelitian, dan memberikan landasan yang diperlukan untuk mendekati fenomena alam dengan rasa ingin tahu dan skeptisisme ilmiah.

Saat kita memasuki bab ini, mari kita bersiap untuk menjelajahi dunia metode ilmiah dan Proses IPA, yang tidak hanya menuntun kita menuju penemuan, tetapi juga membuka pintu untuk pemahaman yang lebih mendalam tentang kompleksitas dan keindahan alam.

2.1 Metode Ilmiah

2.1.1 Definisi Metode Ilmiah

Metode ilmiah diartikan sebagai serangkaian sintaks atau pendekatan dalam ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk mengumpulkan data, menyusun dan menguji hipotesis, serta menghasilkan pengetahuan yang dapat diandalkan dan dapat diulang. Secara etimologi (bahasa), metode ilmiah berasal dari dua suku kata yakni metode berasal dari bahasa Yunani yakni *methodos*. Kata *methodos* berasal dari dua suku kata yaitu *metha* 'melewati atau melalui' dan *hodos* 'jalan atau cara'. Oleh sebab itu, metode

berarti suatu jalan yang dilalui untuk mencapai tujuan. Dalam bahasa Inggris dikenal dengan *term method* 'metode' dan *way* 'cara'. Sedangkan ilmiah adalah bersifat ilmu, ilmu dalam bahasa Inggris adalah *science* berasal dari kata Latin '*scientia*'. Kata *scientia* berasal dari suku kata *scire*, berarti mempelajari dan mengetahui. KBBI mengartikan metode ilmiah sebagai pendekatan atau cara yang dipakai dalam penelitian suatu ilmu (BPPB, 2016). Sehingga dapat didefinisikan bahwa metode adalah cara teratur yang digunakan untuk melaksanakan suatu pekerjaan agar tercapai sesuai dengan yang dikehendaki; cara kerja yang bersistem untuk memudahkan pelaksanaan suatu kegiatan guna mencapai tujuan yang ditentukan, sedangkan ilmiah adalah bersifat ilmu atau secara keilmuan. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa metode ilmiah adalah cara kerja yang bersistem untuk memudahkan kegiatan yang bersifat keilmuan.

Metode ilmiah membantu peneliti untuk menjawab pertanyaan penelitian dan memahami fenomena alam atau gejala dengan pendekatan yang sistematis dan terstruktur. Oleh sebab itu, secara terminologi dapat diartikan sebagai proses tahapan yang dikerjakan oleh seseorang peneliti untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan atau memecahkan hipotesis dari persoalan dan/ rasa ingin tahu. Selain itu, metode ilmiah dapat dikatakan sebagai suatu pengajaran terhadap kebenaran yang diatur oleh pertimbangan-pertimbangan logis. Lebih lanjut, dapat didefinisikan sebagai prosedur atau langkah-langkah yakni tindakan pikiran, pola kerja, tata langkah, dan cara teknis dengan tujuan mendapat pengetahuan baru serta mengembangkan pengetahuan yang telah ada. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode ilmiah merupakan metode bagi saintis atau peneliti untuk memecahkan masalah atau menjawab hipotesis yang muncul melalui prosedur atau langkah-langkah yang sistematis. Metode ilmiah pada dasarnya merupakan suatu cara yang logis untuk memecahkan suatu masalah tertentu.

2.1.2 Tahapan Metode Ilmiah

Para ilmuwan menggunakan metode ilmiah sebagai cara untuk memecahkan masalah yang ditemui. Penggunaan metode ilmiah ini mengikuti tahapan yang sistematis, terkontrol dan teratur.

Dewey (1910) memperkenalkan tahapan metode ilmiah, sebagai berikut:

1. *The Felt Need* (adanya suatu kebutuhan)
2. *The Problem* (adanya suatu masalah)
3. *The Hypothesis* (menyusun hipotesis)
4. *Collection of Data as Avidance* (merekam data untuk pembuktian)
5. *Concluding Belief* (kesimpulan yang diyakini kebenarannya)
6. *General Value of the Conclusion* (memformulasikan kesimpulan umum).

Adib (2011) mengungkapkan lima langkah metode ilmiah untuk melakukan penelitian, yaitu:

1. Merumuskan masalah, berisi pertanyaan tentang obyek tertentu yang ditinjau berdasarkan aspek tertentu, sehingga memiliki batas yang tegas, jelas, dan unsur-unsur didalamnya dapat diidentifikasi. Perumusan masalah ini berisi persoalan yang memancing peneliti untuk melakukan riset, menyusun kerangka berpikir, mengajukan hipotesis merupakan alasan utama atau dasar pemikiran yang memberi penjelasan keterkaitan yang kemungkinan terdapat antara berbagai faktor yang berhubungan dan menciptakan konstelasi persoalan, berdasarkan premis-premis ilmiah yang teruji kebenarannya dengan memperhatikan faktor empiris yang sejalan dengan permasalahannya berdasarkan aspek tersebut kerangka berpikir ini disusun secara rasional.
2. Perumusan Hipotesis, hipotesis merupakan dugaan berupa jawaban sementara terhadap persoalan yang diajukan dalam penelitian dan merupakan kesimpulan dari kerangka berpikir yang dikembangkan.
3. Pengujian hipotesis, rumusan hipotesis sebagai dugaan jawaban sementara tersebut perlu kita konfrontasikan dengan dunia empiris, melalui observasi dalam pengalaman sehari-hari atau melalui eksperimen.
4. Penarikan kesimpulan, penarikan kesimpulan untuk melihat diterima atau ditolaknya sebuah hipotesis dapat dilihat dari

proses pengujian hipotesis, hipotesis di nyatakan di terima jika di peroleh bukti yang otentik dan mendukung dari permasalahan yang di teliti. Sebaliknya hipotesis akan di tolak jika proses pengujian hipotesis tidak di peroleh bukti yang cukup serta otentik yang berhubungan dengan permasalahan penelitian. Hipotesis yang diterima kemudian dianggap menjadi bagian dari pengetahuan ilmiah, di karenakan telah memenuhi syarat-syarat keilmuan, dan teruji kebenarannya.

Swantara (2015) menyatakan bahwa metode ilmiah dilakukan dalam enam tahap, yakni:

1. Merumuskan masalah. Para ilmuwan berusaha untuk menyelesaikan masalah.
2. Mengumpulkan keterangan (kajian pustaka atau kajian teori), yaitu mengumpulkan semua informasi yang merujuk pada pemecahan masalah.
3. Menyusun hipotesis, yang merupakan jawaban sementara. Hipotesis muncul berdasarkan data atau keterangan yang diperoleh selama observasi dan kajian pustaka.
4. Melakukan percobaan atau penelitian dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah muncul.
5. Mengolah data hasil peneltiain atau percobaan dengan memanfaatkan metode statistik untuk menghasilkan kesimpulan. Data hasil penelitian ini merupakan data yang objektif karena tidak dipengaruhi subjektivitas peneliti dan universal.
6. Menguji kesimpulan, tahapan ini bertujuan untuk menjawab hipotesis melalui hasil percobaan (proses *try and error*, perlu dilakukan uji ulang). Produk hasil penelitian dapat menjadi dalil atau kaidah (hukum) dan bahkan menjadi teori.

Metode ilmiah didasari oleh sikap ilmiah. Sikap ilmiah semestinya dimiliki oleh setiap penelitian dan ilmuwan. Adapun sikap ilmiah yang dimaksud adalah :

1. Karakteristik Metode Ilmiah

Swantara (2015) menyatakan bahwa karakteristik metode ilmiah terdiri atas empat yang utama yakni:

- a. Sistematis, yakni suatu penelitian harus disusun dan dilaksanakan secara berurutan sesuai pola dan kaidah yang benar, dari yang mudah dan sederhana sampai yang kompleks.
- b. Logis dimana sebuah penelitian dapat dikatakan benar apabila dapat diterima akal juga berdasarkan fakta empirik. Prosedur penalaran yang diakui adalah prosedur induktif yakni cara penarikan kesimpulan dari umum ke berbagai kasus khusus atau prosedur deduktif yaitu cara penarikan kesimpulan yang bersifat khusus dari pernyataan yang bersifat umum.
- c. Empirik yang berarti sebuah penelitian didasarkan pada pengalaman sehari-hari (fakta aposteriori, yaitu fakta dari kesan indra) yang ditemukan berdasarkan hasil *try and error* yang diangkat sebagai hasil penelitian. Penelitian empirik didasari pada tiga hal, yakni :
 - 1) Selalu memiliki persamaan dan perbedaan (ada penggolongan atau perbandingan satu sama lain)
 - 2) Selalu berubah-ubah sesuai dengan waktu
 - 3) Tidak bisa secara kebetulan, melainkan ada penyebabnya (ada hubungan sebab akibat).
- d. Replikatif, yaitu sebuah penelitian yang telah dilakukan harus diuji kembali oleh peneliti lain dan memberikan hasil yang sama bila dilakukan dengan metode, kriteria, dan kondisi yang sama.

Lebih lanjut, dapat disimpulkan berdasarkan definisi metode ilmiah yang dikemukakan oleh para ahli maka sebuah prosedur harus memenuhi beberapa karakteristik sebagai berikut:

- a. Kritis dan analitis, yaitu metode yang dipakai merujuk pada adanya sebuah proses yang tepat dengan tujuan mengidentifikasi masalah untuk memecahkannya.

- b. Logis, yang berarti memberikan argumentasi ilmiah dan kesimpulan yang rasional berdasarkan pada bukti-bukti yang ditemukan.
- c. Objektif, artinya dapat menjadi referensi bagi ilmuwan lain dalam bidang dan kondisi yang sama.
- d. Konseptual, artinya proses penelitian dilakukan dengan mengembangkan konsep dan teori dengan tujuan mendapat hasilnya dapat dipertanggung jawabkan.
- e. Empiris, yang berarti metode digunakan berdasarkan pada fakta di lapangan.

2. Kriteria Metode Ilmiah

Metode ilmiah yang memenuhi karakteristiknya dapat digunakan dalam sebuah penelitian dengan beberapa kriteria sebagai berikut:

- a. Berdasarkan Fakta
Hal-hal atau bukti-bukti nyata (empiris) yang dikumpulkan dalam penelitian harus dianalisis. Bukanlah merupakan sebuah khayalan, perkiraan, legenda, mitos atau yang sejenisnya.
- b. Bebas dari Prasangka Metode ilmiah
Pernyataan ini berarti bahwa metode ilmiah harus bersifat prasangka, bersih dan tidak subjektif. Menggunakan suatu fakta haruslah dengan alasan dan bukti yang lengkap dan dengan pembuktian yang objektif. Apabila hasil dari suatu penelitian, menunjukkan bahwa ada ketidak sesuaian dengan hipotesis, maka kesimpulan yang diambil haruslah merujuk kepada hasil tersebut, meskipun katakanlah, hal tersebut tidak disukai oleh pihak pemberi dana
- c. Menggunakan Prinsip Analisa
Prinsip analisis digunakan untuk memahami dan memberi arti terhadap fenomena-fenomena kompleks. Analisis yang logis digunakan untuk memecahkan masalah dengan mencari penyebabnya. Fakta yang mendukung tidaklah dibiarkan sebagaimana adanya atau hanya dibuat deskripsinya saja. Tetapi semua

kejadian harus dicari sebab-akibat dengan menggunakan analisa yang tajam.

d. Menggunakan Hipotesis

Peneliti dituntut menggunakan menganalisis dalam proses berpikirnya. Harus ada hipotesis yang menopang rumusan masalah, serta memandu alur berpikir menuju target tujuan sehingga memperoleh hasil yang tepat sasaran. Hipotesis adalah pegangan yang khas dalam menuntun alur berpikir peneliti.

e. Menggunakan Ukuran Objektif

Seorang peneliti harus bersikap objektif ketika mencari kebenaran. Semua data dan fakta yang ditemui harus disajikan dan dianalisis secara objektif. Pertimbangan dan penarikan kesimpulan menggunakan pikiran yang jernih dan tidak berdasarkan perasaan.

f. Menggunakan Teknik Kuantifikasi

Dalam memperlakukan data ukuran kuantitatif yang lazim harus digunakan, kecuali untuk atribut-atribut yang tidak dapat dikuantifikasikan. Data kuantitatif yang sering muncul dalam penelitian antara lain data nominal, ranking dan rating.

3. Manfaat Penerapan Metode Ilmiah

Metode ilmiah memiliki banyak kegunaan dan manfaat di berbagai bidang, sebagai berikut :

a. Pengembangan Pengetahuan

Metode ilmiah membantu dalam pengembangan pengetahuan baru dan pemahaman yang lebih dalam tentang dunia kita. Prosesnya melibatkan observasi, eksperimen, dan analisis data untuk mendapatkan informasi yang dapat diandalkan.

b. Pemecahan Masalah

Metode ilmiah memberikan pendekatan sistematis untuk memecahkan masalah. Dengan merumuskan pertanyaan penelitian, menyusun hipotesis, dan melakukan eksperimen, peneliti dapat menemukan solusi atau jawaban yang efektif.

- c. **Inovasi dan Penemuan**
Proses ilmiah mendorong inovasi dan penemuan. Dengan mengajukan pertanyaan baru dan mencari jawaban melalui metode ilmiah, kita dapat menemukan solusi baru untuk tantangan yang dihadapi oleh masyarakat.
- d. **Perkembangan Teknologi**
Banyak perkembangan teknologi didasarkan pada penemuan dan penelitian ilmiah. Metode ilmiah membantu mengidentifikasi prinsip-prinsip dasar dan hukum-hukum alam yang membentuk dasar bagi teknologi modern.
- e. **Validasi dan Keandalan Pengetahuan**
Melalui penggunaan metode ilmiah, pengetahuan yang dihasilkan dapat divalidasi dan diuji keandalannya. Peer review dan reproduksibilitas hasil eksperimen membantu memastikan bahwa pengetahuan tersebut dapat dipercaya.
- f. **Perbaikan Kualitas Hidup**
Penemuan dan aplikasi ilmiah dapat meningkatkan kualitas hidup. Contohnya termasuk pengembangan obat-obatan, peningkatan sistem kesehatan, dan inovasi dalam produksi pangan.
- g. **Pengambilan Keputusan Berbasis Fakta**
Metode ilmiah membantu dalam menghasilkan fakta dan bukti yang diperlukan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam berbagai bidang, termasuk kebijakan pemerintah, kesehatan masyarakat, dan lingkungan.
- h. **Pendidikan dan Pengajaran**
Metode ilmiah menjadi dasar bagi pendidikan sains dan membantu dalam mengembangkan pemikiran kritis, keterampilan analisis, dan keterampilan penelitian pada siswa.
- i. **Pengembangan Teori**
Melalui penggunaan metode ilmiah, teori-teori dapat dikembangkan dan diperbarui sesuai dengan

penemuan-penemuan baru. Ini membantu dalam memahami fenomena alam dengan lebih baik.

j. Pemberdayaan Masyarakat

Pengetahuan ilmiah dapat memberdayakan masyarakat dengan memberikan informasi yang benar dan dapat diandalkan. Pemahaman tentang ilmu pengetahuan membantu masyarakat membuat keputusan yang lebih baik dalam kehidupan sehari-hari.

Dengan demikian, metode ilmiah bukan hanya memberikan kontribusi terhadap kemajuan pengetahuan, tetapi juga berdampak positif pada berbagai aspek kehidupan manusia.

2.2 Proses Ipa

Proses IPA adalah tentang bagaimana cara mendapatkan IPA, karena merupakan tahapan untuk memperoleh produk IPA. Proses IPA dapat dikatakan sebagai suatu metode yang digunakan dengan tujuan menyelidiki fenomena alam, menciptakan pengetahuan baru, atau menguji serta memverifikasi pengetahuan yang telah ada. Proses IPA melibatkan serangkaian langkah-langkah sistematis yang dirancang untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam dan fenomena yang sedang diamati. Secara umum, proses IPA terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengamatan, pada tahapan ini melibatkan beberapa 2 sub tahapan, yakni definisi masalah dan pengamatan awal. Pada proses definisi masalah, peneliti melakukan identifikasi dan merumuskan masalah atau pertanyaan yang perlu dipecahkan atau dijawab. Sedangkan untuk tahapan pengamatan awal, peneliti melakukan pengamatan terhadap fenomena alam atau objek yang terkait dengan masalah atau pertanyaan tersebut.
2. Perumusan Hipotesis, pada tahapan ini peneliti membuat proposisi atau prediksi yang dapat diuji untuk menjawab pertanyaan atau menyelesaikan masalah. Hipotesis seharusnya dapat diuji melalui pengamatan atau eksperimen.

3. Eksperimen atau Desain Penelitian, untuk proses ini peneliti harus dapat mengidentifikasi variabel serta menyertakan grup kontrol pada penelitiannya. Mengidentifikasi variabel independen (yang diubah) dan variabel dependen (yang diukur) dalam eksperimen, dan menyertakan kelompok kontrol yang tidak mengalami perubahan untuk membandingkan hasil.
4. Pengumpulan Data, peneliti dapat menggunakan metode pengumpulan data yakni melakukan eksperimen atau pengamatan untuk mengumpulkan data yang relevan.
5. Catat Data, dengan merekam data secara sistematis dan teliti.
6. Analisis Data, pada tahapan ini peneliti menganalisis data menggunakan metode statistik untuk menentukan signifikansi hasil eksperimen atau pengamatan. Hasil analisis dapat berupa grafik atau tabel. Dalam hal ini data menggambarkan data melalui grafik atau tabel untuk memudahkan interpretasi.
7. Kesimpulan, pada tahapan ini terdapat 2 proses yakni verifikasi hipotesis; dan implikasi dan generalisasi. Pada verifikasi hipotesis, peneliti menentukan apakah hasil mendukung atau menolak hipotesis, dimana selanjutnya implikasi hasil dan kemungkinan generalisasi temuan untuk situasi lain.
8. Publikasi dan Peer Review. Dalam hal ini laporan penelitian dituangkan dalam bentuk laporan ilmiah, yakni penulis menulis laporan ilmiah yang mencakup semua langkah di atas. Selanjutnya, proses peer review dengan mengajukan laporan untuk ditinjau oleh para ahli dalam bidang tersebut.
9. Teori atau Mode, pengembangan teori dapat terjadi jika eksperimen dan penelitian berlanjut, dapat muncul teori atau model yang menjelaskan fenomena tersebut.

Proses IPA bersifat iteratif, menunjukkan bahwa penelitian dapat menimbulkan pertanyaan baru atau memerlukan eksperimen tambahan. Ini adalah pendekatan yang sistematis dan terorganisir untuk memahami dunia sekitar dan terus memperbarui serta

memperkaya pengetahuan ilmiah. Hal ini terkait dengan keterampilan proses sains. Pendidikan IPA menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung. Oleh karena itu, peserta didik perlu dibantu untuk mengembangkan sejumlah keterampilan proses supaya mereka mampu menjelajahi dan memahami alam sekitar. Keterampilan proses itu meliputi keterampilan mengamati dengan seluruh alat indera, keterampilan menggunakan alat dan bahan secara benar dengan selalu mempertimbangkan keselamatan kerja, mengajukan pertanyaan, menggolongkan, menafsirkan data dan mengkomunikasikan hasil temuannya, menggali dan memilih informasi faktual yang relevan untuk menguji gagasan-gagasan atau memecahkan masalah sehari-hari. Berikut dapat disajikan contoh konkret pelaksanaan proses IPA dalam pembelajaran Kimia, sebagai berikut:

1. Pengamatan awal : Guru memulai dengan merangsang rasa ingin tahu siswa melalui pertanyaan atau pengamatan awal. Misalnya, "Apa yang terjadi jika kita mencampur zat A dengan zat B?"
2. Perumusan Hipotesis : Siswa merumuskan hipotesis mereka sendiri mengenai hasil dari campuran dua zat tersebut berdasarkan pengetahuan mereka sebelumnya. Hipotesis ini dapat ditulis atau diungkapkan secara lisan..
3. Eksperimen : Siswa merancang eksperimen untuk menguji hipotesis mereka. Mereka memilih variabel yang akan diubah (variabel independen) dan variabel yang akan diukur (variabel dependen)..
4. Pengumpulan Data : Siswa melaksanakan eksperimen sesuai dengan desain yang telah mereka buat. Mereka mencatat data dengan cermat, menggunakan alat dan teknik pengukuran yang sesuai.
5. Analisis Data : Setelah pengumpulan data, siswa menganalisis hasil eksperimen mereka. Mereka dapat menggunakan grafik, tabel, atau perhitungan statistik sederhana untuk menyajikan dan menginterpretasi data.
6. Kesimpulan : Siswa menarik kesimpulan berdasarkan hasil eksperimen mereka. Mereka membandingkan hasil dengan

- hipotesis awal dan menyusun argumen ilmiah untuk mendukung atau menolak hipotesis tersebut..
7. Komunikasi ilmiah : Siswa menyusun laporan ilmiah yang mencakup semua aspek eksperimen, mulai dari pertanyaan awal hingga kesimpulan. Laporan ini dapat disampaikan secara tertulis atau secara lisan di depan kelas.
 8. Refleksi dan perbaikan : Setelah eksperimen selesai, siswa merefleksikan proses yang mereka lakukan. Mereka membahas apa yang telah dipelajari, kendala yang dihadapi, dan cara untuk meningkatkan desain eksperimen di masa depan.

Contoh konkret dari proses ini bisa berupa eksperimen campuran antara asam dan basa, reaksi kimia tertentu, atau studi karakteristik fisika dan kimia dari berbagai zat. Dengan melibatkan peserta didik secara aktif dalam setiap langkah proses IPA, maka pembelajaran kimia menjadi lebih menarik, relevan, dan membangun keterampilan kritis yang diperlukan untuk pemahaman ilmiah yang mendalam.

Keterampilan proses sains membuat siswa dapat aktif dan melibatkan diri dalam menemukan informasi sehingga dapat lebih memahami dan juga menerapkan pengetahuan yang telah didapatkan (Kastawaningtyas and Martini, 2017). Keterampilan proses sains merupakan aspek penting dalam pengembangan pemahaman ilmiah dan kecakapan berpikir kritis pada peserta didik. Keterampilan proses sains juga berpotensi untuk membangun kompetensi dasar dalam kehidupan melalui sikap ilmiah dan pengetahuan secara bertahap (Fransiska, Subagia and Sarini, 2018). Keterampilan proses sains merujuk pada seperangkat kemampuan atau keahlian yang diperlukan dalam menjalankan proses ilmiah. Keterampilan ini melibatkan berbagai langkah yang mencakup pengamatan, perumusan hipotesis, desain eksperimen, pengumpulan data, analisis, dan penarikan kesimpulan. Perhatikan penjabaran tentang beberapa keterampilan proses sains, sebagai berikut:

1. Pengamatan, didefinisikan sebagai kemampuan untuk mengamati secara cermat dan mendeskripsikan objek atau fenomena dengan rinci.
2. Perumusan hipotesis, dimana seseorang mampu merumuskan hipotesis yang jelas dan dapat diuji berdasarkan pengetahuan dan pemahaman (Adb-El-Khalick *et al.*, 2002).
3. Desain eksperimen, yakni kemampuan untuk merancang eksperimen dengan mempertimbangkan variabel-variabel yang relevan (Hofstein and Lunetta, 2004).
4. Pengumpulan data, yakni keterampilan dalam memilih dan menggunakan metode pengumpulan data yang sesuai.
5. Analisis data, adalah kemampuan untuk menggunakan alat analisis statistik untuk mengevaluasi data eksperimental (Sullivan, 2008).
6. Penarikan kesimpulan, adalah kemampuan untuk menyusun argumen logis dan mendukung kesimpulan berdasarkan data yang dikumpulkan (McNeill and Krajcik, 2011).
7. Komunikasi ilmiah, Kemampuan untuk mengkomunikasikan temuan ilmiah secara jelas dan persuasif.
8. Refleksi dan evaluasi, Kemampuan untuk merefleksikan proses ilmiah dan mengevaluasi kekuatan dan kelemahan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adb-El-Khalick, F. *et al.* 2002. 'Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science', *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), pp. 497–597.
- Adib, M. 2011. *Filsafat Ilmu, Ontologi, Epistemologi, Aksiologi dan Logika Ilmu Pegetahuan*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- BPPB. 2016. *Hasil Pencarian - KBBI VI Daring*. Available at: https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/metode_ilmiah.
- Dewey, J. 1910. *How We Think*. New York: Global Grey.
- Fransiska, L., Subagia, I. W. and Sarini, P. 2018. 'Pengaruh Model Pembelajaran Guided Discovery Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Negeri 3 Sukasada', *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia*, 1(2), pp. 68–79.
- Hofstein, A. and Lunetta, V. N. 2004. 'The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century', *Science Education*, 88(1), pp. 28–54. doi: 10.1002/sce.10106.
- Kastawaningtyas, A. and Martini. 2017. 'Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Model Experiential Learning Pada Materi Pencemaran Lingkungan', *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 2(2), pp. 45–52.
- McNeill, K. L. and Krajcik, J. S. 2011. *Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanations in Science: The Claim, Evidence, and Reasoning Framework for Talk and Writing*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Milasari, M., Badarussyamsi; and Syukri, A. 2021. 'Filsafat Ilmu dan Pengembangan Metode Ilmiah', *Jurnal Filsafat Indonesia*, 4(3), pp. 217–228. doi: 10.33487/mgr.v3i1.3932.
- Sullivan, L. M. 2008. *Essentials of Biostatistics*. London: Jones and Bartlett Publishers. doi: 10.7869/djo.339.
- Suriasumantri, J. S. 2015. *Ilmu dalam Perspektif*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.

Swantara, I. M. D. 2015. *Metode Ilmiah, Diktat Kuliah*. Universitas Udayana. Available at: https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_dir/959b1b3ab5867b15c36c2b061269bc5b.pdf.

BAB 3

KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP

Oleh Nurul Fuadi

3.1 Pendahuluan sistem klasifikasi

Klasifikasi makhluk hidup adalah bagian penting dalam biologi yang membahas cara kita mengelompokkan dan mengkategorikan berbagai jenis organisme berdasarkan persamaan dan perbedaan karakteristik mereka. Klasifikasi makhluk hidup membantu kita memahami keragaman kehidupan di Bumi dan mengorganisasi informasi biologis secara sistematis. Pengembangan sistem klasifikasi untuk makhluk hidup, atau lebih spesifiknya, untuk klasifikasi makhluk hidup (biota) seperti hewan dan tumbuhan, dapat melibatkan berbagai pertimbangan dan tujuan. Berikut adalah beberapa latar belakang yang mungkin melatarbelakangi pengembangan sistem klasifikasi makhluk hidup:

1. Klasifikasi Ilmiah

Sistem klasifikasi makhluk hidup merupakan bagian integral dari taksonomi, yang merupakan ilmu yang mempelajari pengelompokan organisme berdasarkan karakteristik morfologi, genetika, dan evolusi. Klasifikasi ini membantu para ilmuwan dan biologis untuk memahami keragaman hayati dan hubungan evolusioner antar organisme.

2. Konservasi Sumber Daya Alam

Sistem klasifikasi digunakan untuk memantau dan melestarikan keanekaragaman hayati. Dengan memahami distribusi dan jenis organisme di suatu wilayah, dapat dirancang upaya konservasi yang lebih efektif untuk melindungi spesies yang terancam punah atau ekosistem yang rentan.

3. Penelitian Lingkungan dan Ekologi

Klasifikasi organisme membantu dalam pemahaman ekosistem dan interaksi antarorganisme. Ini penting untuk

penelitian ekologi dan pemahaman dampak manusia terhadap lingkungan.

4. Pertanian dan Hortikultura

Dalam bidang pertanian, klasifikasi tumbuhan dan hewan penting untuk pengelolaan sumber daya pertanian dan perkebunan. Identifikasi jenis tanaman atau hewan yang optimal untuk suatu daerah membantu dalam meningkatkan produktivitas.

5. Pengembangan Obat dan Bioteknologi

Pemahaman klasifikasi organisme menjadi penting dalam penelitian obat-obatan dan pengembangan produk bioteknologi. Banyak bahan kimia dan senyawa aktif berasal dari organisme tertentu.

6. Pendidikan dan Komunikasi Ilmiah

Klasifikasi makhluk hidup memudahkan komunikasi di antara ilmuwan, pendidik, dan pecinta alam. Sistem klasifikasi yang jelas membantu dalam menyusun informasi tentang kehidupan di bumi dan memberikan dasar untuk pembelajaran biologi.

7. Pemahaman Evolusi

Klasifikasi organisme memainkan peran penting dalam memahami evolusi dan sejarah kehidupan di Bumi. Melalui klasifikasi, kita dapat melihat bagaimana organisme berkembang dari nenek moyang bersama dan mengidentifikasi pola evolusi.

Penting untuk diingat bahwa pengembangan sistem klasifikasi makhluk hidup terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi dan pengetahuan kita tentang kehidupan di bumi. Dengan integrasi metode genetika molekuler dan teknologi lainnya, klasifikasi dapat menjadi lebih presisi dan dapat menyediakan wawasan yang lebih mendalam tentang keanekaragaman hayati.

Sistem klasifikasi adalah metode atau pendekatan yang digunakan untuk mengelompokkan dan mengkategorikan entitas (seperti organisme, objek, atau konsep) ke dalam kelompok berdasarkan ciri-ciri yang mereka bagikan. Sistem klasifikasi

diperlukan untuk mengatur dan memahami keragaman dunia yang kompleks, memungkinkan kita untuk menyusun informasi menjadi kerangka kerja yang lebih mudah dipahami. Cabang ilmu biologi yang mempelajari klasifikasi makhluk hidup disebut taksonomi. Berikut adalah beberapa poin penting dalam pendahuluan klasifikasi makhluk hidup:

1. Tujuan Klasifikasi Makhluk Hidup

Tujuan utama klasifikasi adalah untuk mengorganisir dan menyederhanakan pemahaman kita tentang beragam jenis makhluk hidup. Ini membantu kita mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan memahami organisme dengan lebih baik.

2. Sejarah Klasifikasi

Sistem klasifikasi telah ada sejak zaman kuno. Akan tetapi, pendekatan ilmiah dan sistem klasifikasi yang lebih modern dimulai dengan kontribusi tokoh seperti Carl Linnaeus, seorang ahli botani Swedia, yang menciptakan sistem klasifikasi biner yang masih digunakan dalam biologi modern.

3. Manfaat Klasifikasi:

Klasifikasi makhluk hidup membantu dalam komunikasi ilmiah yang efisien. Ini memungkinkan para ilmuwan di seluruh dunia untuk menggunakan istilah yang sama saat berbicara tentang organisme tertentu.

4. Kriteria Klasifikasi

Organisme diklasifikasikan berdasarkan berbagai kriteria, termasuk ciri-ciri morfologi (struktur fisik), genetika (DNA dan RNA), ekologi (lingkungan hidup), dan sejarah evolusi.

5. Hierarki Klasifikasi

Sistem klasifikasi umumnya menggunakan hierarki, yang terdiri dari tingkatan berjenjang. Hierarki klasifikasi biasanya mencakup domain, kingdom, filum, kelas, ordo, famili, genus, dan spesies.

6. Perkembangan Terkini

Perkembangan terbaru dalam teknologi biologi molekuler, seperti analisis DNA, telah memungkinkan klasifikasi yang

lebih akurat dan mengungkapkan hubungan evolusioner yang lebih dalam antara organisme.

7. Signifikansi Klasifikasi

Klasifikasi makhluk hidup penting dalam memahami hubungan evolusi, menjelajahi biodiversitas, dan memahami peran organisme dalam ekosistem. Selain itu, ini membantu dalam upaya pelestarian dan perlindungan spesies terancam punah.

Pemahaman tentang klasifikasi makhluk hidup adalah dasar bagi berbagai disiplin ilmu biologi dan ekologi, serta memiliki dampak penting dalam ilmu pengetahuan lingkungan dan upaya pelestarian alam. Klasifikasi membantu kita mengorganisir dan menggolongkan kehidupan di Bumi, sehingga kita dapat memahaminya lebih baik.

3.2 Konsep Taksonomi

Taksonomi adalah ilmu yang mempelajari pengelompokan organisme hidup berdasarkan karakteristik tertentu. Tujuan taksonomi adalah menyusun sistem klasifikasi yang mencerminkan hubungan evolusioner antara berbagai makhluk hidup. Berikut adalah konsep-konsep utama dalam taksonomi:

1. Tingkatan Takson:

a. Domain

Tingkatan tertinggi dalam taksonomi. Ada tiga domain utama: Bacteria, Archaea, dan Eukarya.

b. Kingdom

Organisme dibagi menjadi beberapa kingdom, seperti Plantae, Animalia, Fungi, Protista, dll.

c. Phylum

Kingdom dibagi menjadi phylum, mewakili kelompok organisme yang lebih spesifik.

d. Class, Order, Family, Genus, Species

Hierarki ini menyusun tingkatan yang semakin spesifik, dengan spesies menjadi tingkatan terendah yang mencakup individu-individu yang memiliki kemiripan genetik dan dapat saling berinteraksi secara alami.

2. Nomenklatur Binomial

Sistem penamaan spesies dengan menggunakan dua kata, yaitu nama genus dan nama spesifik. Misalnya, manusia disebut *Homo sapiens*, di mana "*Homo*" adalah genus dan "*sapiens*" adalah nama spesifik.

3. Kriteria Klasifikasi terbagi atas

- a. Morfologi, klasifikasi makhluk hidup berdasarkan bentuk dan struktur fisik organisme.
- b. Anatomi, klasifikasi makhluk hidup berdasarkan struktur internal organisme.
- c. Fisiologi, klasifikasi makhluk hidup berdasarkan fungsi dan proses biologis dalam organisme.
- d. Genetika, klasifikasi makhluk hidup berdasarkan informasi genetik dan sejarah evolusioner organisme.
- e. Ekologi, klasifikasi makhluk hidup berdasarkan peran dan hubungan organisme dalam ekosistem.

4. Revisi dan Penyesuaian

Taksonomi terus direvisi seiring berkembangnya pengetahuan ilmiah dan teknologi. Perubahan ini dapat mencakup penyatuan, pemisahan, atau penambahan takson baru.

5. Filogeni

Konsep filogeni mengacu pada hubungan evolusioner antara organisme. Analisis filogenetik menggunakan data genetik dan molekuler untuk membangun pohon evolusi dan mengidentifikasi kekerabatan antar spesies.

6. Cladistics

Metode analisis filogenetik yang mengidentifikasi hubungan antar organisme berdasarkan ciri-ciri turunan bersama (derived traits).

7. Sistem Klasifikasi Berbasis Molekuler

Menggunakan data genetik dan molekuler untuk mengklasifikasikan organisme. Ini mencerminkan lebih baik kekerabatan evolusioner daripada karakteristik morfologis atau anatomi.

8. Taksonomi Numerik

Metode taksonomi yang menggunakan data kuantitatif, seperti karakteristik morfologis atau molekuler yang diukur secara numerik.

Penting untuk dicatat bahwa taksonomi adalah bidang ilmu yang dinamis, dan perubahan dalam sistem klasifikasi dapat terjadi seiring dengan penemuan baru dan pemahaman yang lebih baik tentang evolusi dan kekerabatan organisme.

3.2.1 Sejarah Taksonomi

Sejarah taksonomi melibatkan perkembangan konsep dan metode untuk mengelompokkan dan mengkategorikan makhluk hidup. Berikut adalah beberapa titik penting dalam sejarah taksonomi:

1. Aristoteles (384–322 SM)

Aristoteles dikenal sebagai salah satu ahli biologi awal yang memperkenalkan konsep klasifikasi makhluk hidup. Ia mengelompokkan organisme berdasarkan sifat-sifat umum seperti metode reproduksi.

2. Carolus Linnaeus (1707–1778)

Linnaeus dianggap sebagai "Bapak Taksonomi Modern." Pada abad ke-18, ia memperkenalkan sistem binomial nomenklatur untuk memberi nama dan mengelompokkan spesies. Linnaeus juga memperkenalkan tingkatan takson, seperti kingdom, class, order, dan sebagainya.

3. Teori Sel Darwin (1859)

Charles Darwin mengemukakan teori evolusi melalui seleksi alam dalam bukunya "On the Origin of Species." Konsep evolusi memengaruhi pandangan taksonomi, dan klasifikasi organisme menjadi semakin mencerminkan hubungan evolusioner.

4. Ernst Haeckel (1834–1919)

Haeckel memperkenalkan istilah "Protista" untuk menggambarkan organisme tunggal atau kelompok organisme yang tidak masuk ke dalam kingdom hewan atau tumbuhan. Ini menjadi dasar bagi kingdom Protista dalam taksonomi modern.

5. Whittaker Five-Kingdom Classification (1969)

Robert Whittaker mengusulkan sistem klasifikasi lima kingdom, yang mencakup Monera, Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia. Ini memperhitungkan organisme prokariotik dalam kingdom Monera.

6. Analisis Filogenetik dan Cladistics (Akhir Abad ke-20)

Dengan perkembangan teknologi molekuler, analisis filogenetik dan pendekatan cladistik menjadi populer. Metode ini memungkinkan peneliti untuk membangun pohon evolusi berdasarkan informasi genetik dan molekuler.

7. Tiga Domain (1977)

Carl Woese dan rekan-rekannya mengusulkan konsep tiga domain utama dalam kehidupan: Bacteria, Archaea, dan Eukarya. Ini mencerminkan pemahaman baru tentang keberagaman mikroba dan hubungan evolusioner mereka.

8. Sistem Klasifikasi Berbasis Molekuler (Akhir Abad ke-20 - Awal Abad ke-21)

Klasifikasi organisme semakin didasarkan pada data molekuler, seperti urutan DNA. Teknologi DNA rekombinan memungkinkan penentuan sekuens genetik dengan lebih cepat dan akurat.

Seiring waktu, sejarah taksonomi mencerminkan evolusi dalam pemahaman ilmiah tentang kehidupan dan hubungan evolusioner antar organisme. Perkembangan dalam biologi molekuler dan genetika telah mengubah pendekatan taksonomi, membuatnya lebih akurat dan mencerminkan kekerabatan evolusioner dengan lebih baik.

3.2.2 Prinsip Klasifikasi

Prinsip klasifikasi dalam taksonomi mencakup serangkaian aturan dan pedoman yang digunakan untuk mengelompokkan organisme hidup ke dalam kategori-kategori yang berbeda. Berikut adalah beberapa prinsip utama klasifikasi:

1. Prinsip Binomial Nomenklatur

Setiap organisme diberi nama ilmiah yang terdiri dari dua kata (binomial), yaitu nama genus dan nama spesifik. Ini diperkenalkan oleh Carolus Linnaeus dan memastikan bahwa setiap spesies memiliki nama yang unik dan universal di seluruh dunia.

2. Prinsip Hierarki Tingkatan Takson

Organisme dikelompokkan dalam tingkatan takson yang berbeda, mulai dari tingkatan tinggi (seperti kingdom) hingga tingkatan rendah (seperti species). Struktur hierarkis ini membantu menyusun sistem klasifikasi yang terorganisir.

3. Prinsip Kedekatan Evolusioner

Organisme yang memiliki kedekatan evolusioner yang lebih tinggi ditempatkan dalam kelompok yang lebih tinggi dalam taksonomi. Ini mencerminkan hubungan kekerabatan dan sejarah evolusioner organisme.

4. Prinsip Karakteristik Bersama

Organisme dikelompokkan berdasarkan karakteristik bersama atau ciri-ciri yang mereka bagi. Ciri-ciri ini dapat berupa sifat morfologi, anatomi, fisiologi, perilaku, atau informasi genetik dan molekuler.

5. Prinsip Filogenetik

Klasifikasi mencerminkan hubungan filogenetik atau sejarah evolusioner organisme. Analisis filogenetik dan metode cladistik digunakan untuk membangun pohon evolusi yang mencerminkan kekerabatan antar taksa.

6. Prinsip Monofiletik

Kelompok taksonomis harus bersifat monofiletik, yaitu mencakup leluhur bersama dan semua keturunannya. Ini berarti kelompok tersebut mencakup semua anggota yang berasal dari satu leluhur bersama dan tidak termasuk organisme yang tidak terkait.

7. Prinsip Keterkaitan Struktural dan Genetik

Informasi morfologis dan molekuler sering digunakan dalam klasifikasi. Namun, dengan kemajuan teknologi, data

genetik dan molekuler, seperti sekuens DNA, semakin penting dalam menentukan hubungan kekerabatan.

8. Prinsip Dinamis dan Revisi

Klasifikasi harus dinamis dan dapat direvisi seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perubahan mungkin melibatkan pembaruan, penyesuaian, atau penambahan takson baru sejalan dengan penemuan baru dan pemahaman yang lebih baik tentang organisme.

Prinsip-prinsip ini dapat terus berkembang seiring dengan kemajuan pengetahuan dan teknologi. Penelitian lanjutan dalam biologi molekuler dan genetika terus memainkan peran penting dalam memahami dan merinci hubungan evolusioner antar organisme.

3.2.3 Hierarki Taksonomi

Hierarki taksonomi adalah struktur hierarkis yang digunakan untuk mengelompokkan dan mengorganisir organisme hidup dalam berbagai tingkatan berdasarkan karakteristik yang mereka miliki. Berikut adalah tingkatan hierarki taksonomi dari tingkatan tertinggi hingga tingkatan terendah:

1. Domain:

Tingkatan tertinggi dalam hierarki taksonomi. Ada tiga domain utama: Bacteria, Archaea, dan Eukarya. Domain mencerminkan perbedaan struktural dan genetik yang mendasar antar kelompok organisme.

2. Kingdom:

Organisme dikelompokkan menjadi kingdom berdasarkan ciri-ciri umum mereka. Contoh kingdom meliputi Animalia, Plantae, Fungi, Protista, dll.

3. Phylum:

Kingdom dibagi menjadi phylum, mewakili kelompok organisme yang lebih spesifik dengan karakteristik yang lebih mirip satu sama lain. Contoh phylum adalah Chordata dalam kingdom Animalia.

4. Class:

Phylum dibagi menjadi class, mencakup organisme yang lebih serupa secara morfologi dan fisiologi. Contoh class dalam phylum Chordata adalah Mammalia.

5. Order:

Class dibagi menjadi order, yang mengelompokkan organisme berdasarkan ciri-ciri lebih lanjut. Contoh order dalam class Mammalia adalah Primates.

6. Family:

Order dibagi menjadi family, mencakup organisme yang lebih dekat secara genetik dan memiliki ciri-ciri yang lebih serupa. Contoh family dalam order Primates adalah Hominidae.

7. Genus:

Family dibagi menjadi genus, yang mencakup kelompok organisme yang sangat mirip satu sama lain dan seringkali memiliki karakteristik khusus yang membedakan. Nama genus selalu ditulis dengan huruf kapital. Contoh genus dalam family Hominidae adalah Homo.

8. Species:

Genus dibagi menjadi species, yaitu kelompok organisme yang dapat saling berinteraksi secara alami dan menghasilkan keturunan yang dapat berkembang biak. Nama species ditulis dengan huruf kecil dan dalam bahasa Latin. Contoh species dalam genus Homo adalah Homo sapiens.

Jadi, secara keseluruhan, hierarki taksonomi menciptakan struktur klasifikasi bertingkat yang mencerminkan hubungan evolusioner antar organisme, mulai dari tingkat yang lebih umum (seperti domain dan kingdom) hingga tingkat yang lebih spesifik (seperti genus dan species). Hierarki ini membantu menyusun sistem klasifikasi yang terorganisir dan dapat diakses.

3.3 Klasifikasi makhluk hidup

Klasifikasi makhluk hidup adalah proses sistematis untuk mengelompokkan dan mengkategorikan organisme hidup ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki karakteristik bersama berdasarkan hubungan evolusioner, ciri-ciri morfologi (struktur fisik), genetik, dan ekologi. Proses klasifikasi ini menghasilkan hierarki yang terdiri dari berbagai tingkat, mulai dari tingkat yang lebih tinggi (seperti domain atau kingdom) hingga tingkat yang lebih rendah (seperti genus dan spesies). Klasifikasi ini mencerminkan sejarah evolusioner dan kemiripan antara organisme, memungkinkan para ilmuwan dan peneliti untuk berkomunikasi dan bekerja dengan efisien dalam penelitian biologi, ekologi, dan ilmu lainnya. Klasifikasi makhluk hidup adalah dasar untuk pemahaman kita tentang keanekaragaman hayati dan memiliki implikasi penting dalam ilmu pengetahuan, konservasi alam, dan pemahaman evolusi kehidupan di Bumi.

Makhluk hidup dapat diklasifikasikan ke dalam kerajaan (kingdom) utama, yang disebut sistem klasifikasi kingdom. Sistem klasifikasi ini dikembangkan untuk mengelompokkan semua bentuk kehidupan ke dalam kelompok-kelompok yang lebih besar berdasarkan ciri-ciri umum. Berikut gambar perkembangan sistem klasifikasi terbaru.

SISTEM KLASIFIKASI TERBARU 2020

Carolus Linnaeus	Ernst Haeckel	E. Chatton	H. Copeland	Robert Whittaker	C. Woese & G. E. Fox	Carl Woese	T. Cavalier-Smith	Ruggiero et al.
1736	1868	1925	1956	1969	1977	1990	1988	2011
2 KINGDOM	3 KINGDOM	2 EMPIRE	4 KINGDOM	5 KINGDOM	6 KINGDOM	3 DOMAIN	6 KINGDOM	7 KINGDOM
		Prokaryota	Monera	Monera	Eubacteria	Bacteria	Bacteria	Bacteria
					Archaeobacteria	Archae		Archae
Bakeri-Animal	Protista		Protista	Protista	Protista		Protista	Protista
		Eukaryota		Fungi	Fungi	Eukarya	Chromista	Chromista
Vegetabilia	Plantae		Plantae	Plantae	Plantae		Plantae	Plantae
Animalia	Animalia		Animalia	Animalia	Animalia		Animalia	Animalia

Gambar 3.1. Perkembangan Klasifikasi Makhluk Hidup
<http://www.iapt-taxon.org/>

Dewasa ini pembagian klasifikasi kingdom telah berkembang menjadi sistem yang lebih kompleks. Sistem klasifikasi lima kingdom yang umum digunakan kini telah berkembang menjadi sistem klasifikasi enam domain dan banyak kingdom tambahan. Dalam proses klasifikasi, organisme dikelompokkan ke dalam kategori-kategori yang berbeda, mulai dari tingkat yang lebih tinggi hingga yang lebih rendah, sehingga menciptakan hierarki klasifikasi yang mencakup berbagai tingkat, seperti domain, kingdom, filum, kelas, ordo, famili, genus, dan spesies. Klasifikasi ini mencerminkan hubungan evolusi dan kemiripan antara organisme, serta membantu dalam mengidentifikasi organisme secara efisien dan komunikasi ilmiah yang konsisten.

3.4 Pembagian sistem klasifikasi lima kingdom

Klasifikasi lima kingdom merupakan sistem klasifikasi utama yang digunakan dalam biologi untuk mengelompokkan makhluk hidup ke dalam kelompok-kelompok besar berdasarkan ciri-ciri umum. Dicituskan oleh R.H Whittaker pada tahun 1969, klasifikasi lima kingdom disusun berdasarkan tiga hal yaitu tingkatan makhluk hidup, susunan sel, dan cara memperoleh nutrisi. Lima kingdom dalam sistem ini adalah:

1. Kingdom Monera

Kingdom ini mencakup organisme uniseluler prokariotik. Ini adalah kelompok terdiri dari bakteri dan arkea. Prokariotik berarti organisme dalam kingdom Monera tidak memiliki nukleus sel yang terbungkus oleh membran dan tidak memiliki organel sel yang kompleks.

2. Kingdom Protista

Kingdom ini terdiri dari organisme uniseluler atau multiseluler sederhana yang eukariotik. Ini adalah kelompok yang sangat beragam yang mencakup alga uniseluler, protozoa, dan beberapa organisme lain yang tidak masuk ke dalam kingdom lainnya. Kingdom Protista mencakup organisme yang seringkali tidak cocok dengan karakteristik salah satu dari empat kingdom lainnya.

3. Kingdom Fungi

Kingdom ini terdiri dari organisme eukariotik yang umumnya bersifat heterotrof (mengandalkan bahan organik dari lingkungan) dan memiliki dinding sel yang terbuat dari kitin. Kelompok ini mencakup jamur, seperti cendawan, kapang, dan khamir.

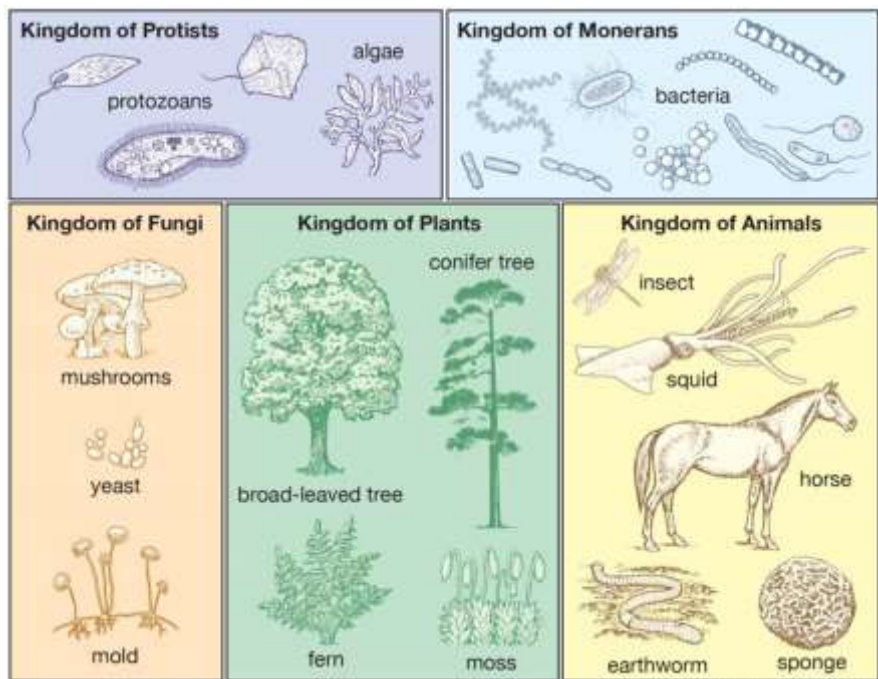
4. Kingdom Plantae

Kingdom ini mencakup tumbuhan eukariotik yang melakukan fotosintesis. Tumbuhan adalah produsen dalam rantai makanan dan memiliki selulosa sebagai komponen utama dinding sel mereka. Ini mencakup berbagai jenis tumbuhan, dari lumut ke pohon-pohon besar.

5. Kingdom Animalia

Kingdom ini terdiri dari organisme eukariotik multiseluler yang bersifat heterotrof. Organisme dalam kingdom Animalia mendapatkan makanan dengan berbagai cara, seperti pemangsaan, pengunyah, atau penyaringan. Semua hewan, termasuk manusia, masuk ke dalam kingdom Animalia.

Sistem klasifikasi lima kingdom ini membantu dalam mengelompokkan dan mengorganisir kehidupan di bumi ke dalam kelompok-kelompok yang lebih besar, sehingga kita dapat memahami keragaman makhluk hidup dengan lebih baik. Namun, sejak perkembangan sistem ini, ilmu pengetahuan telah maju, dan sistem klasifikasi yang lebih rinci dan kompleks telah diperkenalkan, seperti sistem klasifikasi berdasarkan enam domain dan banyak kingdom tambahan.



Gambar 3.2. Klasifikasi Makhluk hidup 5 kingdom

(<https://www.kompas.com/tren/read/2023/08/15/074500865/mengenal-5-kingdom-dalam-klasifikasi-makhluk-hidup?page=all>)

3.4.1 Kingdom Monera

Kingdom Monera adalah salah satu dari lima kingdom dalam sistem klasifikasi makhluk hidup. Kingdom Monera mencakup organisme uniseluler prokariotik, yang berarti organisme-organisme dalam kingdom ini memiliki sel yang tidak memiliki nukleus sel yang terbungkus oleh membran (sel prokariotik) dan tidak memiliki organel sel yang kompleks seperti mitokondria atau kloroplas. Kingdom Monera adalah kelompok yang sangat beragam dan memiliki peran penting dalam lingkungan dan ekosistem. Mereka terlibat dalam berbagai proses ekologis, seperti daur ulang nutrisi dan pengurai bahan organik. Namun, sebagian juga merupakan patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada organisme lain, termasuk manusia. Klasifikasi biologis terus berkembang, dan saat ini, konsep klasifikasi makhluk hidup yang lebih modern mungkin tidak lagi menggunakan kingdom Monera

sebagai kelompok yang terpisah. Sebaliknya, organisme prokariotik diklasifikasikan ke dalam domain terpisah, yaitu Domain Bacteria dan Domain Archaea. Domain Bacteria mencakup bakteri, sementara Domain Archaea mencakup arkea.

1. Bakteri

Bakteri adalah organisme uniseluler yang tersebar luas di seluruh dunia dan memiliki peran penting dalam berbagai aspek ekologi dan biokimia. Mereka dapat ditemukan di berbagai habitat, termasuk dalam tanah, air, dan dalam tubuh manusia dan hewan. Beberapa bakteri bermanfaat, seperti yang digunakan dalam proses fermentasi makanan, sementara yang lain dapat menjadi patogen yang menyebabkan penyakit.

2. Arkea

Arkea, atau arkea prokariotik, adalah kelompok organisme yang mirip dengan bakteri tetapi memiliki perbedaan genetik dan biokimia yang signifikan. Mereka sering ditemukan di lingkungan yang ekstrem, seperti mata air panas, lingkungan asam, dan dalam tanah yang kaya dengan metana. Beberapa arkea adalah ekstremofil, artinya mereka dapat bertahan pada kondisi yang sangat ekstrem yang mungkin merusak organisme lain.

Contoh penulisan hierarki klasifikasi Bakteri :

Domain : *Bacteria*
Phylum : *Firmicutes*
Class : *Bacilli*
Orde : *Lactobacillales*
Family : *Enterococcaceae*
Genus : *Enterococcus*
Species : *Enterococcus faecalis*

Contoh di atas hanya memberikan beberapa contoh dari tingkatan taksonomi yang mungkin. Dunia bakteri sangat luas dan beragam, dengan banyak phylum, class, orde, family, genus, dan species yang berbeda. Hierarki ini mencerminkan keragaman yang luas di antara berbagai jenis bakteri. Contoh di atas hanya

memberikan beberapa contoh dari tingkatan taksonomi yang mungkin.

Contoh penulisan hierarki klasifikasi Arkea :

Domain : *Archaea*
Phylum : *Euryarchaeota*
Class : *Methanobacteria*
Orde : *Methanococcales*
Family : *Methanococcaceae*
Genus : *Methanococcus*
Species : *Methanococcus voltae*

Seperti halnya dengan bakteri, keragaman di dalam domain Arkea juga sangat besar. Contoh di atas hanya memberikan beberapa contoh dari tingkatan taksonomi yang mungkin. Arkea mencakup organisme yang hidup di lingkungan yang ekstrem, seperti mata air panas, lingkungan asin, dan habitat ekstrem lainnya, dan mereka memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari bakteri dan eukariota.

3.4.2 Kingdom Protista

Kingdom Protista adalah kelompok yang sangat beragam yang mencakup berbagai jenis organisme uniseluler atau multiseluler sederhana yang eukariotik, artinya mereka memiliki nukleus sel yang terbungkus oleh membran dan organel sel yang lebih kompleks. Kingdom Protista sering dianggap sebagai "kerajaan campuran" karena beragamnya ciri-ciri dan gaya hidup organisme yang termasuk di dalamnya.

Protista umumnya mempunyai ukuran Mikroskopis dan makroskopis: Organisme yang berukuran mikroskopis adalah organisme yang berukuran sekitar 5 μm – 3 mm. selain itu juga ada yang berukuran makroskopis dengan ukuran Panjang mencapai 60 meter bahkan lebih. Berikut ini ciri-ciri lainnya dari Kingdom Protista :

1. **Umumnya Uniseluler:** Kingdom Protista tersusun atas satu sel atau uniseluler. Tetapi ada juga yang multi seluler atau sel banyak. Dalam penelitian kingdom Protista yang bersel

banyak atau multiseluler akan hidup secara berkelompok (membentuk koloni).

2. **Tipe Sel Eukariotik:** Protista memiliki membran inti sehingga disebut sebagai sel eukariotik. Sel yang sudah bermembran inti, namun Protista merupakan makhluk hidup prokariotik yang paling sederhana tetapi jauh lebih kompleks dalam hal struktur, fungsi, tingkah laku dan ekologiannya bila dibandingkan dengan Archaeobacteria dan Eubacteria.
3. **Hidup Bebas atau Simbiosis:** Kingdom Protista dapat hidup bebas dengan cara menguntungkan satu sama lain. Tetapi juga dapat bersifat parasite bagi organisme lainnya. Jika bersifat parasite maka akan mengakibatkan banyak penyakit di sekitarnya.
4. **Habitat Umumnya di Tempat Lembab:** Protista ini hidup di air atau tempat lembab. Bukan hanya di air tawar tetapi di laut juga yang kadar garamnya banyak Protista juga dapat hidup. Protista yang hidup di laut sebagian besar bertindak sebagai fitoplankton yang merupakan kontributor utama dalam penyediaan energi jaring-jaring makanan.
5. **Bersifat Aerob dan Anaerob:** Bersifat aerob karena memerlukan oksigen untuk proses respirasi yang bertempat pada mitokondria. Bersifat anaerob karena tidak memerlukan oksigen pada respirasi dengan bersimbiosis bersama bakteri yang bersifat aerob.
6. **Bersifat Heterotrof dan Bersifat heterotrof** karena memperoleh makanan dengan mengabsorpsi molekul organik dan sebagian lagi bersifat fotoautotrof karena memiliki kloroplas sebagai tempat untuk menangkap energi matahari.
7. **Bersifat Motil:** Ada sebagian Protista yang mempunyai alat gerak seperti flagel atau bulu cambuk, silia atau rambut getar, dan pseudopodia atau kaki semu. Dengan demikian Protista dapat di sebut dengan motil yang bergerak bebas.

Berikut adalah beberapa contoh organisme yang termasuk dalam Kingdom Protista:

1. **Alga Uniseluler:** Alga uniseluler, seperti alga hijau uniseluler, diatom, dan alga merah, adalah organisme fotosintetik yang memiliki kesamaan dengan tumbuhan dalam hal fotosintesis, tetapi mereka berada di kingdom ini karena mereka adalah organisme uniseluler.
2. **Protozoa:** Protozoa adalah organisme uniseluler yang bersifat heterotrof, yang berarti mereka memakan organisme lain untuk mendapatkan nutrisi. Contohnya adalah amoeba, flagellates, dan ciliates.
3. **Slime Molds (Jamur Lendir):** *Slime molds* adalah organisme multiseluler yang bergerak seperti uniseluler dalam tahap tertentu dalam siklus hidup mereka. Mereka sering hidup di tanah dan hutan lembab.
4. **Alga Multiseluler:** Beberapa alga seperti alga cokelat dan alga merah multiseluler juga masuk ke dalam Kingdom Protista. Mereka adalah fotosintetik dan dapat ditemukan di lingkungan air, terutama di perairan laut.
5. **Organisme Protozoan Parasit:** Beberapa protozoa adalah parasit yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan, seperti Plasmodium yang menyebabkan malaria.

Kingdom Protista memiliki keragaman besar dalam hal morfologi, gaya hidup, dan ekologi. Banyak organisme di dalam kingdom ini hidup di lingkungan air, baik air tawar maupun laut, dan beberapa juga dapat ditemukan di tanah lembab. Meskipun mereka adalah kelompok yang beragam, mereka memiliki karakteristik umum, seperti status eukariotik dan keberadaan organel sel, yang membedakan mereka dari organisme prokariotik dalam Kingdom Monera.

Berikut contoh penulisan hierarki klasifikasi Protista untuk kelompok Alga dan Protozoa :

Kelompok Algae Hijau (Green Algae)

Domain : Eukaryota

Divisi : Chlorophyta

Kelas : Chlorophyceae
Order : Chlamydomonadales
Famili : Chlamydomonadaceae
Genus : *Chlamydomonas*
Species : *Chlamydomonas reinhardtii*

Kelompok Protozoa

Domain : Eukaryota
Filum : Sarcomastigophora
Subfilum : Sarcodina
Kelas : Rhizopoda
Order : Amoebida
Famili : Amoebidae
Genus : *Amoeba*
Species : *Amoeba proteus*

Klasifikasi dalam Kingdom Protista seringkali berubah seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan biologi, dan organisme yang termasuk dalam kingdom ini dapat dipindahkan ke kelompok lain saat penelitian lebih lanjut mengungkapkan hubungan evolusioner yang lebih tepat.

3.4.3 Kingdom Fungi

Kingdom Fungi adalah salah satu dari lima kingdom dalam sistem klasifikasi makhluk hidup. Kingdom Fungi terdiri dari berbagai jenis organisme eukariotik yang memiliki karakteristik utama sebagai heterotrof, artinya Kingdom Fungi atau jamur diklasifikasikan ke 4 filum, yaitu zygomycota, ascomycota, basidiomycota, dan deuteromycota. Mereka mendapatkan nutrisi dengan cara mengurai materi organik dari lingkungan sekitarnya.

Berikut beberapa poin penting dalam penjelasan tentang Kingdom Fungi:

1. Struktur Sel dan Dinding Sel

Organisme dalam Kingdom Fungi memiliki sel-sel yang berbeda dengan sel tumbuhan dan hewan. Mereka memiliki dinding sel yang terbuat dari kitin, yang memberikan kekuatan dan perlindungan. Dinding sel kitin adalah salah

satu karakteristik kunci yang membedakan fungi dari organisme lain.

2. Heterotrof

Fungi adalah heterotrof, yang berarti mereka tidak bisa melakukan fotosintesis untuk menghasilkan makanan mereka sendiri. Sebagai gantinya, mereka mendapatkan nutrisi dengan mengurai materi organik seperti sisa-sisa tumbuhan, kayu, atau organisme mati lainnya.

3. Peran Ekologis

Kingdom Fungi memainkan peran penting dalam ekosistem. Mereka adalah pengurai utama materi organik yang mati, yang membantu menguraikan materi tersebut dan mengembalikan nutrisi ke dalam lingkungan. Beberapa fungi membentuk simbiosis dengan tumbuhan, membantu dalam penyerapan nutrisi oleh akar tumbuhan (misalnya, miselium jamur yang berhubungan dengan pohon dalam hubungan mikoriza).

4. Reproduksi

Reproduksi fungi dapat terjadi secara aseksual melalui pembelahan sel atau fragmentasi, dan secara seksual melalui pembentukan spora atau struktur reproduksi khusus seperti basidium pada jamur gill atau askus pada jamur kapang. Reproduksi seksual biasanya melibatkan penyatuan dua jenis kelamin yang berbeda.

5. Keragaman

Kingdom Fungi memiliki keragaman besar dalam hal morfologi. Ini mencakup jamur makroskopis seperti cendawan dan truf, serta jamur mikroskopis seperti jamur kapang dan ragi. Beberapa fungi juga bersifat patogen dan dapat menyebabkan penyakit pada tumbuhan, hewan, dan manusia.

6. Peran dalam Industri dan Kuliner

Beberapa fungi digunakan dalam industri makanan, seperti ragi yang digunakan untuk pembuatan roti dan bir. Selain itu, cendawan juga merupakan bagian penting dari banyak masakan kuliner di seluruh dunia.

Berikut adalah contoh penulisan Hierarki klasifikasi Kingdom Fungi

Domain : Eukaryota
Divisi : Basidiomycota
Kelas : Agaricomycetes
Ordo : Polyporales
Famili : Meripilaceae
Genus : *Grifola*
Spesies : *Grifola frondose*

Kingdom Fungi adalah kelompok yang sangat penting dalam ekosistem dan kehidupan sehari-hari manusia. Mereka memainkan peran utama dalam daur ulang materi organik dan penyediaan makanan, serta memiliki sifat-sifat biokimia yang telah digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan ilmiah.

3.4.4 Kingdom Plantae

Kingdom ini mencakup berbagai jenis organisme eukariotik yang melakukan fotosintesis, yaitu proses di mana mereka menggunakan cahaya matahari, air, dan karbon dioksida untuk menghasilkan makanan mereka sendiri dalam bentuk glukosa (gula) dan oksigen. Berikut adalah beberapa poin penting dalam penjelasan tentang Kingdom Plantae:

1. Fotosintesis:

Organisme dalam Kingdom Plantae adalah produsen utama dalam rantai makanan karena kemampuan mereka untuk melakukan fotosintesis. Fotosintesis adalah proses di mana tumbuhan mengubah energi matahari menjadi energi kimia dalam bentuk gula (glukosa) dan melepaskan oksigen sebagai produk sampingan.

2. Struktur Morfologi:

Tumbuhan memiliki karakteristik morfologi yang khas, termasuk akar, batang, dan daun. Akar digunakan untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah, sedangkan daun adalah tempat utama untuk melakukan fotosintesis. Batang

mendukung daun dan membantu tumbuhan untuk tumbuh ke atas menuju sinar matahari.

3. **Perkembangbiakan:**

Kingdom Plantae dapat berkembangbiak secara seksual dan aseksual. Reproduksi seksual melibatkan pembentukan bunga dan penghasilan benih. Reproduksi aseksual dapat terjadi melalui stek, pemotongan, atau tunas.

4. **Keragaman:**

Kingdom Plantae sangat beragam dan mencakup berbagai jenis tumbuhan, mulai dari lumut dan ganggang hingga tumbuhan berbiji yang lebih kompleks seperti tumbuhan berbunga. Kelompok tumbuhan termasuk dalam beberapa divisi utama, seperti Bryophyta (lumut), Pteridophyta (pakis), Coniferophyta (tumbuhan berbiji terbuka), dan Angiospermae (tumbuhan berbunga).

5. **Peran dalam Ekosistem:**

Tumbuhan adalah dasar ekosistem darat karena mereka menyediakan makanan dan oksigen untuk organisme lain. Mereka juga dapat menyediakan tempat berlindung untuk hewan dan memberikan bahan mentah bagi berbagai industri, seperti kayu, kertas, dan tekstil.

6. **Interaksi dengan Hewan:**

Tumbuhan sering berinteraksi dengan hewan yang membantu dalam penyerbukan bunga dan penyebaran biji. Beberapa tumbuhan juga memiliki mekanisme pertahanan untuk melindungi diri dari herbivora, seperti duri dan senyawa kimia yang beracun.

Berikut contoh penulisan hierarki klasifikasi Kingdom Plantae:

Domain	: Eukaryota
Phylum	: Angiospermae
Class	: Dicotyledonae
Order	: Rosales
Famili	: Rosaceae
Genus	: <i>Rosa</i>
Species	: <i>Rosa gallica</i>

Semakin ke bawah dalam hierarki klasifikasi, tingkatannya menjadi lebih spesifik, mencakup kategori-kategori seperti kelas, ordo, famili, genus, dan species. Contoh yang diberikan di atas hanya merupakan gambaran umum dan dapat bervariasi tergantung pada perkembangan taksonomi dan penelitian terkini.

Kingdom Plantae adalah kelompok yang sangat penting dalam ekosistem darat dan memiliki dampak signifikan pada kehidupan di Bumi. Tumbuhan adalah sumber makanan utama bagi manusia dan hewan, serta berkontribusi pada pelestarian lingkungan dan menjaga keseimbangan ekosistem.

3.4.5 Kingdom Animalia

Kingdom Animalia adalah salah satu dari lima kingdom dalam sistem klasifikasi makhluk hidup. Kingdom ini mencakup berbagai jenis organisme eukariotik multiseluler yang dikenal sebagai hewan. Hewan adalah makhluk hidup yang bersifat heterotrof, artinya mereka mendapatkan makanan dengan cara memakan organisme lain atau materi organik yang sudah ada.

Beberapa poin penting dalam penjelasan Kingdom Animalia:

1. Struktur Multiseluler

Organisme dalam Kingdom Animalia terdiri dari banyak sel yang terorganisasi dalam berbagai jaringan, organ, dan sistem yang berbeda. Mereka memiliki beragam struktur tubuh, seperti jaringan saraf, sistem pernapasan, sistem pencernaan, dan sistem peredaran darah.

2. Pergerakan

Sebagian besar hewan memiliki kemampuan untuk bergerak secara aktif selama fase hidup mereka. Beberapa hewan bergerak dengan kaki, sayap, atau sirip, sementara yang lain menggunakan otot atau perubahan bentuk tubuh untuk bergerak.

3. Reproduksi

Hewan dapat berkembangbiak secara seksual dan asexual. Reproduksi seksual melibatkan penyatuan sel telur dan sperma dari individu yang berbeda, sementara reproduksi asexual dapat terjadi melalui pemisahan tubuh, tunas, atau fragmentasi.

4. Keragaman

Kingdom Animalia sangat beragam dan mencakup berbagai jenis hewan, mulai dari hewan tanah seperti serangga dan mamalia hingga hewan laut seperti ikan, moluska, dan ubur-ubur. Mereka juga dapat diklasifikasikan dalam berbagai filum, kelas, ordo, famili, genus, dan spesies berdasarkan ciri-ciri morfologi dan genetika mereka.

5. Peran dalam Ekosistem

Hewan memiliki berbagai peran dalam ekosistem, termasuk sebagai konsumen yang berpartisipasi dalam rantai makanan dan jaring-jaring makanan. Beberapa hewan bertindak sebagai pemangsa yang memakan hewan lain, sementara yang lain adalah herbivora yang memakan tumbuhan. Selain itu, hewan juga dapat berperan dalam penyerbukan tumbuhan dan sebagai penghancur sisa-sisa organik.

6. Sistem Sosial dan Perilaku

Beberapa hewan hidup dalam kelompok sosial dengan hirarki, seperti kawanan serigala atau koloni semut. Hewan juga memiliki beragam perilaku yang berkaitan dengan makanan, pertahanan, reproduksi, dan komunikasi.

Berikut salah satu contoh Hierarki klasifikasi Kingdom Animalia:

Domain	: Eukaryota
Phylum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Class	: Mammalia
Order	: Carnivora
Famili	: Felidae
Genus	: Panthera
Species	: Panthera leo

Sama halnya beberapa takson kingdom yang lain, Kingdom Animalia juga selanjutnya, semakin ke bawah dalam hierarki klasifikasi, tingkatannya menjadi lebih spesifik, mencakup kategori-kategori seperti kelas, ordo, famili, genus, dan species. Contoh yang

diberikan di atas hanya merupakan gambaran umum dan dapat bervariasi tergantung pada perkembangan taksonomi dan penelitian terkini. Kingdom Animalia mencakup keragaman besar dalam hal perilaku, morfologi, dan lingkungan hidup. Hewan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan berkontribusi pada keberlanjutan kehidupan di bumi.

3.5 Keunggulan dan Keterbatasan Sistem Klasifikasi

3.5.1 Keunggulan Sistem Klasifikasi:

1. Mengorganisir Keragaman Hayati

Sistem klasifikasi membantu mengorganisir dan mengelompokkan organisme hidup berdasarkan hubungan evolusioner dan karakteristik bersama. Ini membantu ilmuwan dan ahli biologi untuk memahami dan mengelola keragaman hayati di seluruh planet.

2. Penamaan Ilmiah Universal

Sistem klasifikasi memungkinkan penggunaan nama ilmiah yang universal melalui nomenklatur binomial. Setiap spesies diberi nama dua kata (genus dan spesifik), memudahkan komunikasi ilmiah di antara para ilmuwan di seluruh dunia.

3. Menggambarkan Hubungan Kekkerabatan

Sistem klasifikasi, terutama yang berbasis pada analisis genetika, dapat mencerminkan secara akurat hubungan kekerabatan antar organisme. Ini membantu dalam memahami evolusi dan sejarah hayati.

4. Panduan Identifikasi

Sistem klasifikasi menyediakan panduan identifikasi yang berguna untuk mengidentifikasi organisme berdasarkan karakteristik tertentu. Ini bermanfaat dalam bidang seperti taksonomi, ekologi, dan konservasi.

5. Dasar Penelitian dan Studi Ekologi

Klasifikasi membantu menyediakan kerangka kerja untuk penelitian ekologi dan evolusi. Penelitian tentang organisme dapat diarahkan dengan memahami keberagaman hayati dan hubungan evolusioner mereka.

6. Penyusunan Kriteria Pemilihan Spesies

Sistem klasifikasi membantu menyusun kriteria pemilihan spesies yang relevan dalam konteks konservasi dan pemulihan ekosistem. Ini memungkinkan fokus pada spesies-spesies yang memegang peran penting dalam ekosistem atau yang berisiko punah.

3.5.2 Keterbatasan Sistem Klasifikasi:

1. Keterbatasan Morfologi

Sistem klasifikasi yang hanya berbasis morfologi mungkin tidak mencerminkan kekerabatan genetik yang sebenarnya. Organisme dengan morfologi serupa tidak selalu memiliki hubungan evolusioner yang dekat.

2. Konsep Dinamis

Klasifikasi dapat menjadi subjek perubahan karena adanya penemuan baru atau pergeseran paradigma ilmiah. Revisi klasifikasi dapat menjadi proses yang kompleks dan memakan waktu.

3. Tidak Mempertimbangkan Aspek Ekologi

Beberapa sistem klasifikasi mungkin tidak sepenuhnya mempertimbangkan aspek ekologi dan interaksi organisme dengan lingkungan mereka.

4. Tidak Mengatasi Organisme Multiselular dan Aseksual

Sistem klasifikasi yang berfokus pada reproduksi seksual dan organisme multiselular mungkin kurang relevan untuk organisme uniselular atau yang bereproduksi secara aseksual.

Keterbatasan Teknik Analisis: Keterbatasan teknologi dan metode analisis mungkin membatasi ketepatan dan resolusi sistem klasifikasi, terutama pada organisme mikroskopis atau yang sulit untuk diamati.

5. Tidak Memperhitungkan Variasi Genetik dalam Spesies

Sistem klasifikasi mungkin menganggap semua individu dalam satu spesies memiliki karakteristik yang sama, sementara variasi genetik dalam spesies mungkin signifikan.

6. Klaustrofobik terhadap Organisme Baru

Sistem klasifikasi yang telah mapan mungkin kesulitan mengakomodasi penemuan organisme baru atau perubahan dalam pandangan ilmiah tentang hubungan evolusioner.

Sementara sistem klasifikasi memiliki keunggulan dalam mengorganisir keberagaman hayati, mereka adalah representasi konseptual dan terus berkembang seiring waktu dengan penemuan baru dan pemahaman yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- IAPT. 2020. International Botanical Congress. Slovakia: International Association for Plant Taxonomy (IAPT). <http://www.iapt-taxon.org/>
- Margulis, Lynn and Michael J. Chapman. 2009, Kingdoms & Domains: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth/Lynn Margulis, Michael J. Chapman — 4th ed
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. 2017. "Biology" (Edisi ke-11). Pearson
- Woese, C. R., Kandler, O., & Wheelis, M. L. 1990. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87(12), 4576-4579.
- Mallet, J., Besansky, N., & Hahn, M. W. 2016. How reticulated are species? *BioEssays*, 38(2), 140-149.
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System): <https://www.itis.gov/>
- <https://www.kompas.com/tren/read/2023/08/15/074500865/mengenal-5-kingdom-dalam-klasifikasi-makhluk-hidup?page=all>

BAB 4

STRUKTUR DAN FUNGSI SEL

Oleh Musma Rukmana

4.1 Pendahuluan

Sel adalah unit terkecil dari bagian biologis tubuh kita, namun tetap mengandung berbagai organel yang memiliki berbagai fungsi. Karena betapa luar biasanya struktur ini, ia berfungsi sebagai unit kehidupan terkecil di tubuh. Berbagai jenis kehidupan atau struktur makhluk hidup yang dapat dilihat dengan mata telanjang sebenarnya terdiri dari jutaan sel dengan berbagai fungsi dan bentuk yang berbeda-beda. Sel berasal dari bahasa latin *cella* yang berarti ruangan yang kecil. Bahkan organisme uniseluler, yang hanya memiliki satu sel dalam tubuhnya, berperan penting dalam pembentukan tubuh makhluk hidup. Makhluk ini dapat mengontrol seluruh aktivitas hidupnya dengan baik meski hanya memiliki satu sel. Karena kemampuannya menjalankan tugas kehidupan dengan baik, satu sel dapat dianggap sebagai unit struktural dan fungsional. Para ilmuwan awalnya menyelidiki asal mula makhluk hidup yang penuh teka-teki sebelum menemukan susunan sel ini. Banyak ilmuwan termotivasi untuk mempelajari lebih lanjut tentang asal usul kehidupan dan bagaimana makhluk hidup dapat melaksanakan aktivitas penting dalam kehidupan.

4.2 Sejarah Perkembangan Teori Sel

Anthony van Leeuwenhoek (1632-1723), pakar mikrobiologi dari Belanda yang pertama kali menemukan mikroskop kemudian melakukan penelitian mengenai makhluk mikroskopis yang dinamai "*animunculus*". Marcello Malpighi (1628-1694), ilmuwan berkewarganegaraan Italia adalah yang pertama kali memanfaatkan mikroskop untuk mengobservasi sayatan jaringan pada berbagai organ dan pertumbuhan embrio ayam. Berdasarkan hasil observasinya disimpulkan bahwa jaringan terdiri dari unit-unit struktural yang disebut *utricles* (Adnan, 2016).

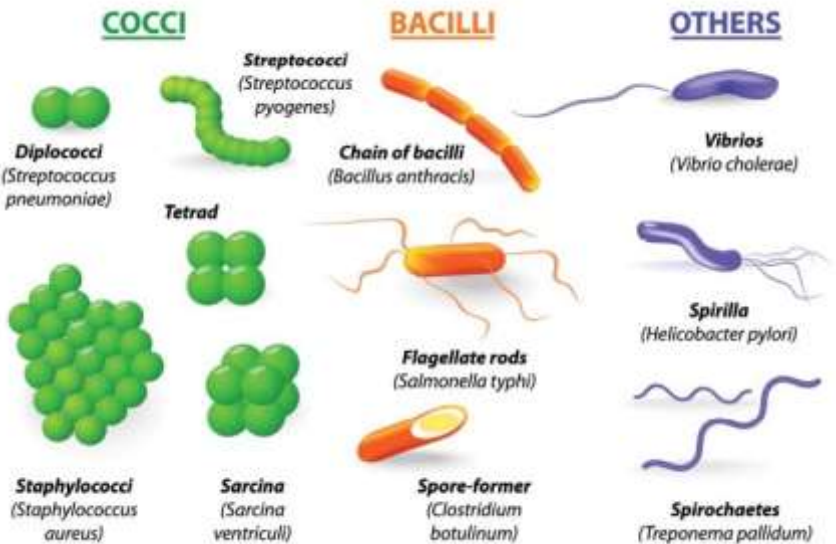
Selanjutnya di tahun 1665, ilmuwan Inggris bernama Robert Hooke untuk kali pertama mengenalkan terminologi sel sesuai hasil observasinya pada sayatan sumbat gabus yang terdiri atas ruang-ruang kecil yang dinamakan sel (*cellula*=kamar).

Felix Dujardin (1835), ahli biologi asal Prancis mengungkapkan bahwa terdapat banyak mikroorganisme yang tubuhnya terdiri atas satu sel saja, dimana semua struktur dalam sel hidup tersebut sama (Firmansyah, Mawardi, & Riandi, 2009). Selang tiga tahun kemudian, ilmuwan biologi dari Jerman yakni Mathias J. Schleiden (ahli botani) dan Theodore Schwann (ahli zoologi) secara terpisah menyatakan bahwa tubuh tumbuhan serta hewan tersusun atas sel. Dari penelitian tersebut dikenal sebuah teori sel yakni seluruh organisme terdiri dari sel dan sel merupakan unit dasar organisasi kehidupan (Adnan, 2016). Dari hasil riset yang dilaksanakan oleh para ilmuwan tersebut dapat ditarik simpulan bahwa sel adalah kesatuan struktural, fungsional dan hereditas dari makhluk hidup.

4.3 Bentuk dan Ukuran Sel

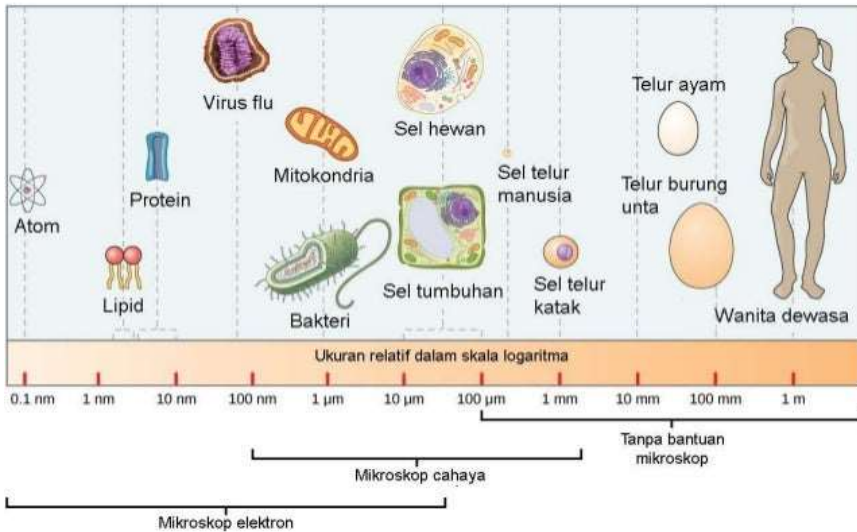
Bentuk dan ukuran sel berkorelasi dengan fungsinya. Untuk dapat hidup dan bereproduksi, sel harus memiliki jumlah DNA, protein, dan struktur internal yang minimal. Ukuran maksimal sel dibatasi oleh jumlah luas permukaan yang dibutuhkan untuk menyerap nutrisi dari lingkungan dan menghilangkan sisa metabolisme (Agustina, dkk, 2021). Sel penyusun tubuh makhluk hidup mempunyai bentuk yang sangat beranekaragam. Sebagian sel memiliki bentuk tidak tetap dan dapat berubah, bergantung dari aktivitasnya, contohnya pada sel amoeba dan sel darah putih. Sel pada jaringan tumbuhan dan hewan umumnya memiliki bentuk polyhedral, namun jika ditempatkan pada medium cair dapat berubah bentuk menjadi bulat. Sel-sel epitel umumnya berbentuk gepeng, kubus, dan silindris. Sel darah merah berbentuk bikonkaf, dan sel-sel otot bentuknya memanjang. Bakteri mempunyai sel yang berbentuk bulat, spiral atau batang. Xilem dan floem pada tumbuhan, sel-selnya dapat bermodifikasi sedemikian rupa yang memungkinkan pelaksanaan perannya sebagai jalur transportasi pada beranekaragam substansi. Sedangkan pada sel saraf,

bentuknya menyesuaikan dengan fungsinya untuk menghantarkan impuls-impuls saraf (Adnan, 2016).



Gambar 4.1. Berbagai bentuk sel pada bakteri
(Sumber : <https://www.ruangbiologi.co.id.>)

Ukuran sebuah sel sangat bervariasi, tergantung dari tipenya. Secara umum, sel hanya bisa dilihat jika memanfaatkan mikroskop, dengan sedikit pengecualian misalnya pada sel telur burung unta yang diameternya beberapa cm. Secara umum, dua titik yang berjarak kurang dari 0,1 mm tidak dapat dibedakan oleh mata manusia. Sebaliknya, ukuran sel biasanya kurang dari 0,1 mm. Mikroskop cahaya tidak dapat memperlihatkan beberapa komponen sel. Oleh karena itu diperlukan peralatan berupa mikroskop elektron untuk dapat mengamati berbagai komponen sel tersebut. Kisaran ukuran sel ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.2. Kisaran ukuran sel
(Sumber : <https://image.slidesharecdn.com.>)

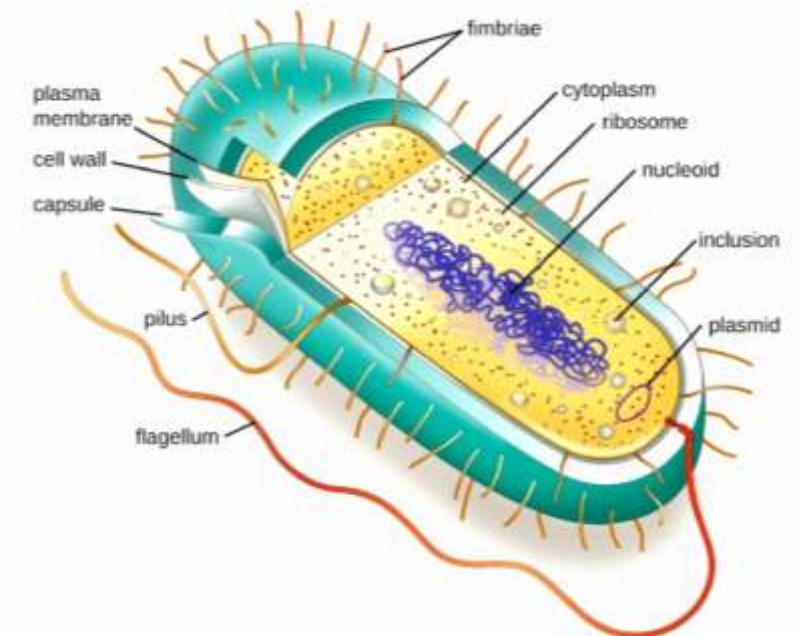
4.4 Tipe-Tipe Sel

Sel merupakan unit terkecil kehidupan. Itu berasal dari sel induk yang telah ada pada semua makhluk hidup selama jutaan tahun. Sel ini berevolusi dan melakukan penyesuaian dengan lingkungannya. Akibat dari adanya perubahan tersebut, saat ini dikenal dua tipe sel yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik.

4.4.1 Sel Prokariotik

Kata prokariota berasal dari bahasa Yunani yakni *pro* yang berarti “sebelum” dan *karyon* yang berarti “ nukleus”. Jadi, sel prokariotik merupakan tipe sel yang tidak mempunyai nukleus atau membran inti. Sel ini berukuran 1-10 μm. Nukleoid yang merupakan tempat terkonsentrasinya DNA (materi genetik) tidak dipisahkan dari sel lainnya oleh membran (Campbell, Reece & Mitchell, 2002). Plasmid adalah sepotong kecil DNA melingkar yang terdapat di luar nukleoid. Mayoritas sel prokariotik memiliki dinding sel. Membran plasma dan sitoplasma adalah tempat terjadinya aktivitas sel

(Ayulina, dkk, 2004). Beberapa contoh dari sel prokariotik yaitu pada mycoplasma, ganggang biru dan bakteri.



Gambar 4.3. Struktur sel bakteri
(Sumber : <https://cdn.utakatikotak.com/>)

Secara umum, sel prokariotik mempunyai empat bagian pokok dengan struktur serta fungsinya masing-masing, yaitu:

1. Dinding sel, terdiri dari berbagai zat organik, termasuk kitin, selulosa, dan hemiselulosa. Pada bakteri tertentu, terdapat struktur tambahan yang disebut kapsula yang mengelilingi dinding sel bagian luar. Fungsi dinding sel yaitu memberi sel bentuk tertentu, sebagai pelindung yang kuat dan mengontrol aliran zat dan bahan kimia yang masuk dan keluar sel.
2. Membran plasma, juga dikenal sebagai *plasmalemma* atau lapisan *hialin*, adalah lapisan yang menutupi protoplasma. Protein dan lipid merupakan komponen membran plasma. *Mesosoma* adalah struktur yang tercipta ketika membran plasma terlipat di lokasi tertentu. Mesosoma juga dikenal

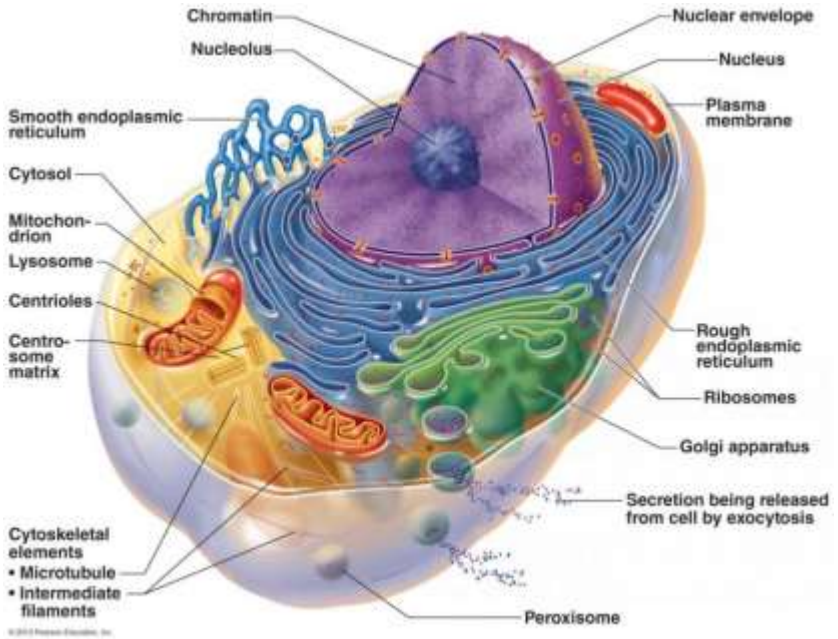
sebagai *kondroid* yang berfungsi mengontrol pembelahan dan fotosintesis bakteri.

3. Sitoplasma (protoplasma atau plasma sel) adalah koloid yang terdiri dari volutin yang memiliki banyak asam ribonukleat (ARN), karbohidrat, protein, enzim, belerang, kalsium karbonat. Di dalam sitoplasma ada ribosom dan nukleoid.
4. Flagela, merupakan bagian yang berasal dari granula basal pada sitoplasma yang memiliki struktur seperti tali dengan kemampuan menggerakkan sel. Ada filamen berisi senyawa protein di tengahnya yang dikenal dengan nama flagelin.

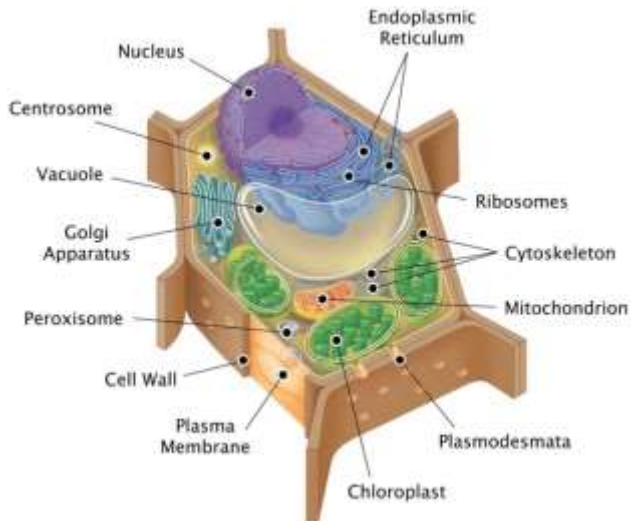
4.4.2 Sel Eukariotik

Kata eukariotik berasal dari bahasa Yunani yakni *eu* yang berarti “sebenarnya” dan *karyon* yang berarti “ nukleus”. Jadi, sel eukariotik merupakan tipe sel yang mempunyai nukleus sesungguhnya yang dikelilingi oleh selubung nukleus sehingga memisahkan inti sel dari sitoplasma. Dalam sel eukariotik, gabungan sitoplasma dan nukleus disebut sebagai protoplasma. Sel eukariotik berukuran 10-100 μm . Membran inti membungkus inti sel, yang berisi materi genetik (DNA). Organel merupakan struktur kecil yang ditemukan di dalam sel eukariotik, dan masing-masing mempunyai peranan tertentu. Sel hewan serta tumbuhan adalah contoh dari sel eukariotik (Ayulina, dkk, 2004).

Sebagai unit struktural dan fungsional terkecil kehidupan, sel hewan dan tumbuhan memiliki kedudukan dan fungsi yang sama. Namun, ada sedikit variasi struktural antara keduanya. Organel yang dimiliki sel hewan tidak semuanya ditemukan pada sel tumbuhan. Demikian pula, tidak semua organel yang terlihat pada sel hewan juga ada di sel tumbuhan.



Gambar 4.4. Struktur sel hewan
(Sumber : <https://informazone.com/>)



Gambar 4.5. Struktur sel tumbuhan
(Sumber : <https://images.search.yahoo.com/>)

Berikut ini disajikan tabel perbedaan antara sel hewan dengan tumbuhan.

Tabel 4.1. Perbedaan Sel Hewan dengan Sel Tumbuhan

Aspek Perbedaan	Sel Hewan	Sel Tumbuhan
Ukuran	Lebih kecil (10-30 μm)	Lebih besar (10-100 μm)
Bentuk	Tidak tetap	Tetap
Dinding sel	Tidak ada	Ada
Kloroplas	Tidak ada	Ada
Vakuola	Tidak ada, jika ada ukurannya kecil	Ada, vakuola sentral yang besar
Sentriol	Ada	Tidak ada
Lisosom	Ada	Tidak ada
Silia	Ada	Tidak ada

Sumber: (Adnan, 2016)

4.5 Organel-Organel Sel

Berikut ini penjelasan mengenai organel-organel yang terdapat pada sel:

1. Dinding Sel
Dinding sel hanya dapat ditemukan pada sel tumbuhan. Organel ini memberi bentuk sel dan berfungsi sebagai pendukung mekanis. Dinding sel mempunyai peran dalam mencegah lisis sel pada keadaan tertentu. Komponen utama dinding sel tumbuhan adalah selulosa, hemiselulosa, dan polisakarida pektat (Adnan, 2016).
2. Membran Sel
Selaput tipis yang disebut membran sel memisahkan bagian dalam sel dari lingkungan luarnya. Air dan gas terlarut dapat mengalir melintasi membran sel karena sifatnya yang semipermeabel. Membran sel juga memiliki kemampuan menata senyawa yang masuk ke dalam atau keluar sel

karena memiliki sifat selektif permeabel. Membran sel berperan dalam mencegah keluarnya isi sel, mengelola pergantian zat antara sitoplasma dengan lingkungan luar. Metabolisme beberapa bahan kimia yang dibutuhkan sel juga dikontrol dan dikendalikan oleh membran sel (Atmaji, 2019).

3. Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma merupakan organel yang mempunyai membran berbentuk jaring. Retikulum endoplasma hadir dalam tiga bentuk berbeda yaitu lamela, vesikula, dan tubulus. RE berfungsi untuk melakukan pemrosesan lebih lanjut protein yang diproduksi oleh ribosom. Terdapat dua jenis retikulum endoplasma yakni: (1) RE kasar merupakan retikulum endoplasma yang dindingnya menempel pada ribosom yang terlibat dalam sintesis protein, dan (2) RE halus merupakan retikulum endoplasma yang dindingnya tidak menempel pada ribosom yang aktif dalam sintesis lemak namun tidak aktif dalam sintesis protein (Karmana, 2008).

4. Ribosom

Ribosom adalah elemen seluler yang memanfaatkan mRNA, untuk membuat protein. Karena sel menghasilkan banyak protein, maka jumlah ribosomnya pun sangat banyak. Dalam sel, ribosom dapat ditemukan di dua tempat berbeda: ribosom terikat berhubungan dengan bagian luar retikulum endoplasma atau membran inti, sedangkan ribosom bebas terletak di sitoplasma (Komala, 2021).

5. Badan Golgi

Badan golgi terdiri atas kumpulan kantung datar yang merupakan rumah bagi banyak vesikel pengangkut. Biasanya, badan golgi ditemukan di sekitar sentrosom dan nukleus di tengah sel (Komala, 2021). Salah satu dari kedua sisi badan golgi berperan sebagai wadah penerima kantong transport dari RE. Sedangkan sisi lainnya bertanggung jawab untuk mengeluarkan material yang masih ada di RE dan mengemasnya dalam kantong transport sebagai produk akhir (Setiowati & Furqonita, 2007).

6. Lisosom

Lisosom banyak ditemukan dalam sel hewan. Organel ini berbentuk bulat dan dibatasi oleh sistem membran tunggal yang diproduksi oleh badan golgi yang sarat dengan protein. Makanan yang masuk ke dalam sel melalui fagositosis dicerna oleh enzim hidrolitik yang dihasilkan oleh lisosom. Selain berperan dalam pencernaan, lisosom juga membuat komponen imunologi yang sering terdapat dalam sel darah putih. Selain itu, lisosom terlibat dalam autolisis, autofagi, dan eksositosis untuk menghancurkan makanan.

7. Mitokondria

Semua sel eukariotik memiliki komponen mitokondria, yang biasanya terdistribusi secara merata dalam sitoplasma namun kadang-kadang juga ditemukan di dekat nukleus atau di perbatasan sel. Lokasi mitokondria di sitoplasma berhubungan langsung dengan peranan mitokondria untuk memproduksi dan memasok energi. Pada sebagian sel, mitokondria bisa melakukan pergerakan bebas untuk menyediakan ATP ke daerah yang membutuhkannya, namun di sel lain, seperti sel otot, mitokondria tetap berada di daerah yang membutuhkan lebih banyak energi untuk keperluan transport aktif.

8. Mikrobodi

Sel tumbuhan dan hewan mengandung mikrobodi (badan mikro). Badan mikro terdiri dari dua tipe yakni peroksisom dan glioksisom. Organel ini dibatasi membran soliter serta memiliki berbagai enzim yang terlibat dalam metabolisme asam glioksilat dan hidrogen peroksida. Umumnya, mikrobodi mempunyai peranan dalam proses oksidasi, metabolisme asam amino, dan menjadi penunjang mitokondria dalam metabolisme lemak (Adnan, 2016).

9. Kloroplas

Kloroplas merupakan plastida yang memiliki klorofil dan hanya ditemukan di sel tumbuhan. Membran bagian dalam dari membran ganda yang membungkus kloroplas tidak berlipat-lipat. Kloroplas ditemukan dekat dengan membran sel. Karena mengandung DNA dan ribosom, kloroplas dapat

menghasilkan enzim untuk melakukan fotosintesis secara mandiri.

10. Nukleus (inti sel)

Nukleus adalah tempat penyimpanan informasi genetik pada sel eukariotik dan berfungsi untuk mengelola seluruh aktivitas sel. Penyusun nukleus terdiri dari membran inti, anak inti (nukleolus), nukleoplasma (cairan inti), dan asam nukleat. Kromosom yang merupakan segmen DNA yang sangat panjang, digunakan oleh nukleus untuk menyimpan informasi genetik. Mayoritas DNA mengkodekan beberapa RNA dan nukleus mengontrol aktivitas ini (Komala, 2021).

11. Vakuola

Selama pertumbuhan dan perkembangan sel tumbuhan, vakuola sederhana menyatu menghasilkan vakuola, yang dihubungkan oleh satu membran. Vakuola memiliki fungsi untuk menyimpan air dan produk-produk sel. Sekitar 90% ruang sel tumbuhan dewasa ditempati oleh vakuola. Vakuola merupakan kantung yang di dalamnya terdapat cairan dan dibatasi membran yang disebut tonoplas, yang terdiri atas berbagai komponen organik dan anorganik (Adnan, 2016).

12. Flagela (silia)

Flagela merupakan tonjolan panjang mirip cambuk yang membantu sel dalam bergerak. Selain itu, flagela yang memiliki sifat sensitif terhadap suhu di luar sel dan bahan kimia juga dapat berperan sebagai organel sensorik (Yuliana & Fathurohman, 2019).

13. Sentriol

Sentriol merupakan struktur berbentuk silindris yang terdiri atas mikrotubulus yang tersusun dengan sangat teratur dan hanya dijumpai pada sel hewan. Selama pembelahan mitosis, sentriol menghasilkan benang-benang spindel yang dapat menggerakkan kromosom.

4.6 Transpor Melintasi Membran

Secara umum, ada dua jenis transpor membran dalam sel, yaitu:

1. Transpor Pasif

Mekanisme yang dikenal sebagai transpor pasif memungkinkan aliran alami zat terlarut dari konsentrasi tinggi (hipertonik) ke konsentrasi rendah (hipotonik). Sistem transpor pasif tidak membutuhkan energi karena pergerakan terjadi sepanjang gradien konsentrasi. Transpor pasif terdiri dari:

- a) Difusi yaitu proses berpindahnya zat tertentu dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan lebih rendah hingga mencapai kesetimbangan. Tekanan difusi suatu zat meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan.

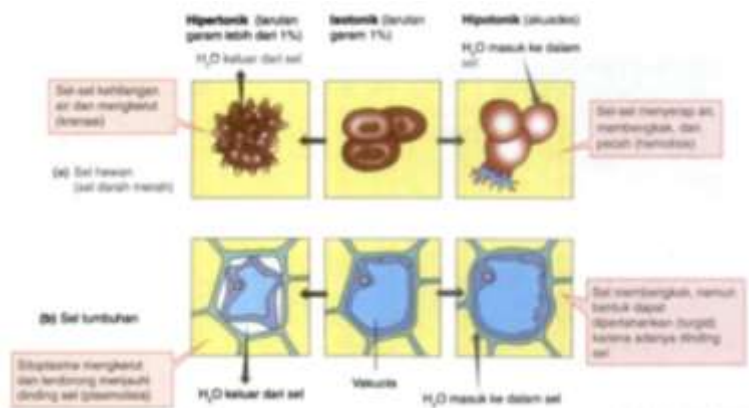


Gambar 4.6. Proses difusi setetes tinta ke dalam air

(Sumber : <https://www.google.co.id/>)

- b) Osmosis merupakan proses dimana pelarut, seperti air, berpindah dari konsentrasi pelarut tinggi (hipotonik) ke konsentrasi pelarut rendah (hipertonik) melintasi membran permeabel selektif. Membran permeabel selektif akan membatasi masuknya senyawa-senyawa yang telah terlarut di dalamnya sekaligus memudahkan

air masuk dan keluar dari membran. Sel tumbuhan serta sel hewan selalu mengalami kondisi osmotik yang beranekaragam. Sel hewan tidak mempunyai dinding sel yang menjadikannya lebih rentan terhadap gangguan masuknya air. Namun, karena sel tumbuhan memiliki dinding sel, sel tumbuhan tidak terlalu rentan terhadap bahaya infiltrasi air.



Gambar 4.7. Proses osmosis pada sel hewan dan sel tumbuhan

(Sumber : <https://www.google.co.id/>)

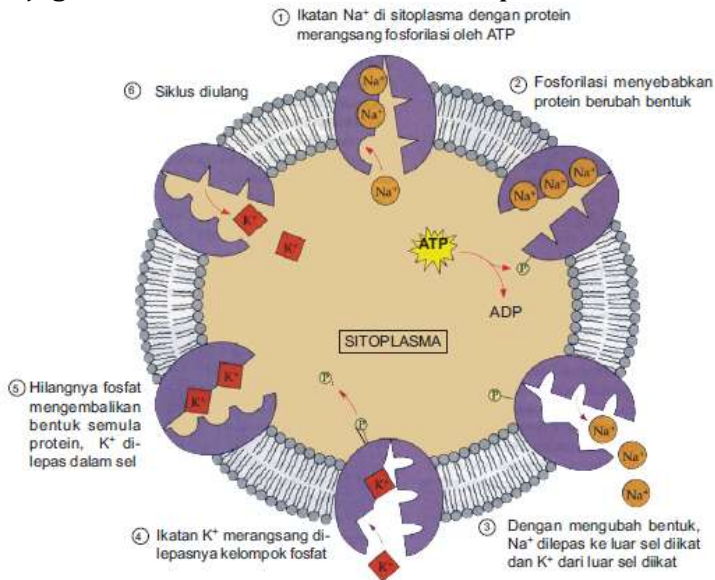
2. Transpor Aktif

Molekul membutuhkan energi untuk berpindah dari satu sisi membran ke sisi lainnya selama proses transpor aktif. Protein membran yang berfungsi sebagai pembawa, atau "kendaraan", harus melintasi membran agar transpor aktif dapat terjadi. Molekul dibawa melawan gradien konsentrasi selama proses transpor aktif. Artinya, dalam proses tersebut molekul berpindah dari konsentrasi yang lebih rendah ke konsentrasi yang lebih tinggi. Proses transpor aktif dibedakan menjadi tiga jenis, yakni:

a) Pompa ion

Pompa ion bertugas memindahkan ion melawan gradien konsentrasi melintasi membran plasma. Sel hewan, misalnya, mengandung konsentrasi ion K^+ yang lebih

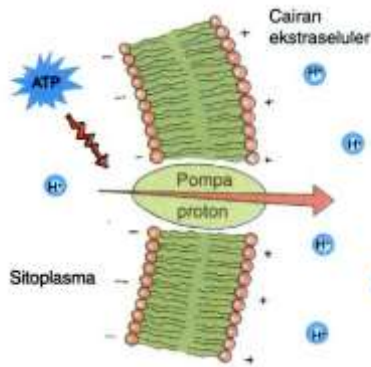
tinggi dan konsentrasi ion Na^+ yang lebih rendah dibandingkan lingkungan sekitarnya. Dengan memompa Na^+ keluar sel dan K^+ ke dalam sel, membran plasma menjaga konsentrasi ion dalam sel tetap stabil.



Gambar 4.8. Proses terjadinya pompa ion K^+ dan Na^+
(Sumber : Biology, Campbell)

b) Kotranspor

Kotranspor adalah pergerakan suatu zat melintasi membran plasma sambil mengaktifkan pergerakan molekul lain. Terdapat dua protein membran yang terlibat dalam kotranspor. Misalnya, sel tumbuhan memompa ion hidrogen ke dalam sel untuk memungkinkan pengangkutan sukrosa. Dengan adanya ion hidrogen dan gradien konsentrasi, sukrosa bisa masuk ke sel melalui protein membran.

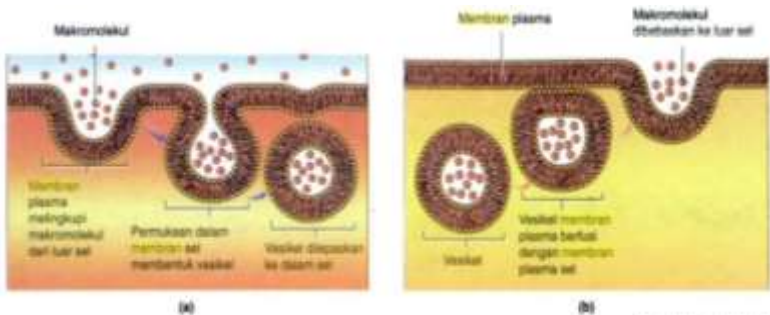


Gambar 4.9. Dua protein membran yang terlibat dalam kotranspor

(Sumber : <https://www.google.co.id/>)

c) Endositosis dan eksositosis

Dengan membuat lipatan pada membran plasma, proses endositosis dan eksositosis melibatkan pergerakan makromolekul seperti protein, polisakarida, atau asam nukleat. Dalam endositosis, membran plasma membungkus makromolekul ekstraseluler sebelum melipat untuk membuat vesikel. Makromolekul memasuki sel bersama dengan vesikel. Selanjutnya, vesikel bergabung dengan membran plasma selama eksositosis untuk melepaskan makromolekul internalnya, kemudian membran plasma dan membran vesikel bergabung.



Gambar 4.10. Proses (a) endositosis dan (b) eksositosis

(Sumber : <https://www.google.co.id/>)

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan 2016, *BIOLOGI SEL Ultrastruktur dan Fungsi Sel*, Alauddin University Press, Makassar.
- Agustina, dkk, 2021, *Teori Biologi Sel*, Yayasan Penerbit Muhammad Zaini, Aceh.
- Atmaji, Y, 2019, *Ketakjuban Sebutir Sel*, CV Kekata Group, Jawa Tengah.
- Aryulina, D., dkk, 2004, *Biologi 2*, Esis, Jakarta.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., & Mitchell, L.G, 2002, *Biologi Edisi Kelima Jilid I*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Firmansyah, R., Mawardi, A., & Riandi, U, 2009, *Mudah dan Aktif Belajar Biologi*, PT. Grafindo Media Pratama, Jakarta.
- Karmana, O, 2008, *Biologi*, PT Grafindo Media Pratama, Bandung.
- Komala, S.N, 2021, *Biologi Dasar Panduan Belajar Mandiri (Teori dan Praktik: Bagian I)*, CV. Jakad Media Publishing, Surabaya.
- Setiowati, T. & Furqonita, D, 2007, *Biologi Interaktif*, Azka Press, Jakarta Timur.
- Yuliana, A. & Fathurohman, M, 2019, *Teori Dasar dan Implementasi Perkembangan Biologi Sel dan Molekuler*, CV. Jakad Media Publishing, Surabaya.

BAB 5

PROSES FOTOSINTESIS DAN RESPIRASI SEL

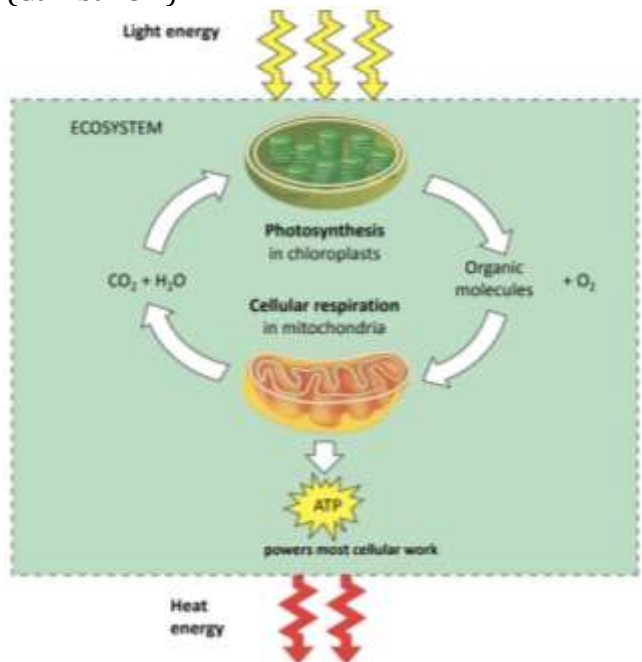
Oleh Mellyatul Aini

5.1 Pendahuluan

Proses perubahan energi yang berasal dari cahaya matahari menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk gula dan molekul organik lain disebut dengan fotosintesis. Proses ini sangat mempengaruhi sumber makanan bagi seluruh lapisan kehidupan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Berdasarkan proses organisme dalam memperoleh makanannya, dibedakan menjadi dua kategori, yaitu organisme autotrof dan organisme heterotrof. Jenis organisme yang mampu menghasilkan sumber makanan sendiri tanpa harus memakan apa pun yang berasal dari makhluk hidup lain disebut sebagai organisme autotrof. Organisme tersebut mampu mengolah molekul organik dari karbondioksida (CO_2) dan anorganik dari lingkungannya menjadi makanan. Hal inilah yang menjadi alasan organisme tersebut disebut sebagai produsen biosfer oleh ahli biologi (Urry *et al.*, 2021). Contoh organisme autotrof adalah tumbuhan. Hampir seluruh jenis tumbuhan merupakan organisme autotrof. Tumbuhan hanya memerlukan air dan mineral dari tanah serta CO_2 dari udara sebagai molekul organik. Juga cahaya matahari sebagai sumber energi untuk mensintesis zat-zat organik tersebut menjadi makanan.

Heterotrof merupakan organisme yang membutuhkan sumber makanan dari organisme lain dengan cara memakan atau memangsa organisme lain untuk mendapatkan nutrisi. Namun ada beberapa jenis organisme heterotrof yang hanya mengonsumsi sisa-sisa organisme lain yang sudah mati dengan cara menguraikan dan memakannya. Organisme heterotrof ini disebut sebagai konsumen dalam biosfer (Urry *et al.*, 2021).

Proses saling membutuhkan makanan dalam bentuk energi tersebut merupakan salah satu ciri dari makhluk hidup. Sejatinya semua sel hidup membutuhkan energi, baik yang diproduksi sendiri maupun transfer dari luar sebagai sumber makanan untuk organisme tertentu. Contoh yang sering kita lihat sehari-hari, seekor sapi memakan rumput untuk memenuhi kebutuhan energi pada sel-selnya. Energi yang dimiliki oleh tumbuhan merupakan hasil dari proses fotosintesis yang memerlukan cahaya matahari, yang kemudian menghasilkan molekul organik beserta oksigen (O_2). Sehingga dapat dilihat bahwa terdapat aliran energi yang terus berulang (Gambar 5.1).



Gambar 5.1. Aliran energi dan daur ulang (siklus ulang) unsur kimia dalam ekosistem
(Sumber : (Indrowati, 2020))

Energi mengalir ke dalam ekosistem dalam bentuk cahaya matahari, yang selanjutnya diterima oleh tumbuhan dan akan memulai proses fotosintesis dengan menghasilkan molekul organik dan oksigen. Molekul organik dan oksigen ini nantinya akan digunakan dalam proses respirasi di dalam setiap sel-sel makhluk

hidup heterotrof. Hasil respirasi seluler ini menghasilkan ATP yang akan dikeluarkan ke ekosistem dalam bentuk energi panas. Selain itu produk respirasi ini juga berupa bahan mentah yaitu CO_2 dan air yang merupakan bahan bakar pada proses fotosintesis.

Pada bab ini kita akan mempelajari bagaimana fotosintesis bekerja, termasuk mengkaji kedua tahap pada proses fotosintesis, yaitu reaksi terang ketika cahaya ditangkap dan ditransformasikan menjadi energi kima dan reaksi siklus calvin ketika energi kimia tersebut digunakan untuk membuat molekul-molekul organik di dalam makanan. Setelah mengkaji proses fotosintesis, selanjutnya kita juga akan membahas mengenai tiga jalur utama pada proses respirasi yaitu glikolisis, siklus asam sitrat dan fosforilasi oksidatif.

5.2 Fotosintesis

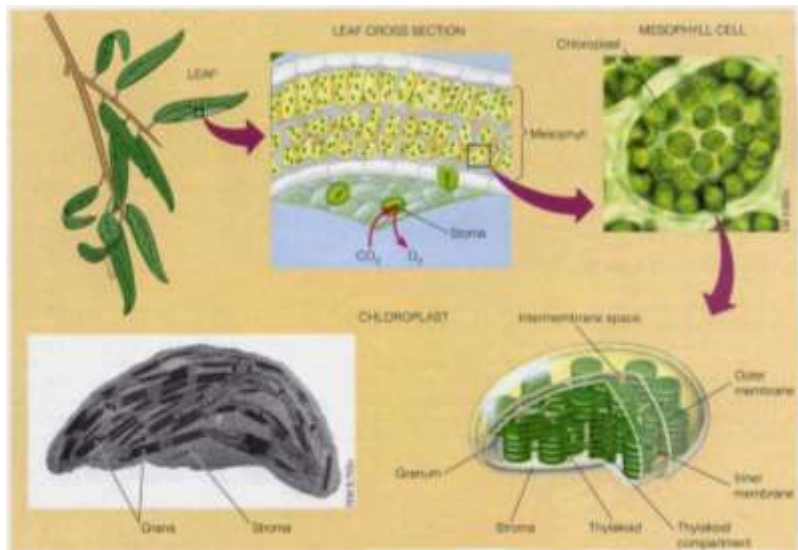
Organisme yang mampu menyediakan makanan sendiri disebut dengan organisme autotrof. Sebagian besar organisme autotrof menghasilkan makanan dengan memanfaatkan cahaya sebagai energi untuk menggerakkan proses sintesis molekul organik dari karbondioksida dan air. Organisme yang memanfaatkan Cahaya tersebut dinamakan fotoautotrof. Organisme autotrof tidak hanya mampu menyediakan makanan untuk dirinya sendiri, namun juga menyediakan makanan untuk organisme lain di seluruh dunia.



Gambar 5.2. Tumbuhan yang merupakan organisme fotoautotrof
(Sumber: <https://nationalgeographic.grid.id/>)

Di darat tumbuhan merupakan organisme yang berperan sebagai produsen dengan jumlah yang mendominasi (Gambar 6.2).

Sedangkan di lingkungan akuatik, terdapat organisme fotosintetik yaitu alga multiselular, protista uniselular, sianobakteri dan bakteri sulfur ungu. Semua organisme fotosintetik yang hidup baik di darat maupun di air memiliki organel yang menyebabkan organisme tersebut mampu untuk melakukan fotosintesis, yaitu kloroplas (Gambar 5.3). Kloroplas merupakan tempat terjadinya fotosintesis.



Gambar 5.3. Lokasi Fotosintesis pada Daun
(Sumber: (Urry *et al.*, 2021))

Semua organ pada tumbuhan yang memiliki warna hijau mengandung kloroplas didalamnya, namun tempat utama terjadinya fotosintesis yaitu pada daun. Senyawa CO_2 dapat memasuki daun melalui pori-pori mikroskopik yang disebut stomata atau mulut daun. Sedangkan air diserap oleh akar dan diangkut ke daun melalui pembuluh xilem. Kloroplas terdapat pada sel mesofil. Sel mesofil terdiri dari 30 sampai 40 kloroplas. Kloroplas memiliki dua selaput, yaitu membran luar dan membran dalam. Cairan kental di dalam kloroplas dinamakan stroma. Terdapat struktur seperti lempengan rumit yang terdiri dari kantong-kantong bermembran yang saling terhubung disebut tilakoid. Tilakoid ini terkumpul membentuk suatu kantong yang disebut grana. Proses

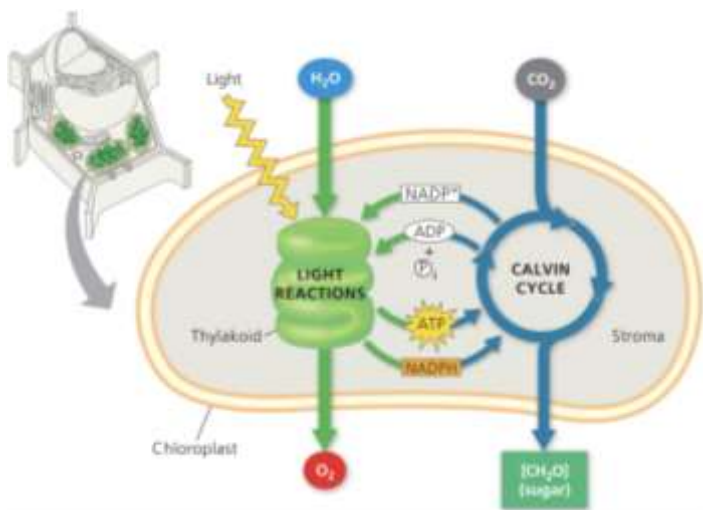
fotosintesis pada tumbuhan dirangkum dalam reaksi kimia berikut ini:



Berdasarkan reaksi kimia tersebut, adanya glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) pada reaksi tersebut menandakan suatu hubungan antara proses fotosintesis dengan respirasi, meskipun produk fotosintesis pada dasarnya adalah berupa gula yang memiliki karbon tiga dan dapat digunakan untuk membuat glukosa. Molekul air berada pada kedua sisi persamaan kimia tersebut, karena 12 molekul air itu dikonsumsi dengan mengakibatkan 6 molekul terbentuk pada saat fotosintesis. Persamaan kimia tersebut dapat disederhanakan sebagai berikut:



Reaksi kimia tersebut dapat menjadi bukti bahwa perubahan kimia secara keseluruhan pada saat proses fotosintesis berlangsung, merupakan proses kebalikan dari perubahan kimia keseluruhan saat proses respirasi selular. Kedua proses metabolik tersebut dapat terjadi pada sel tumbuhan.

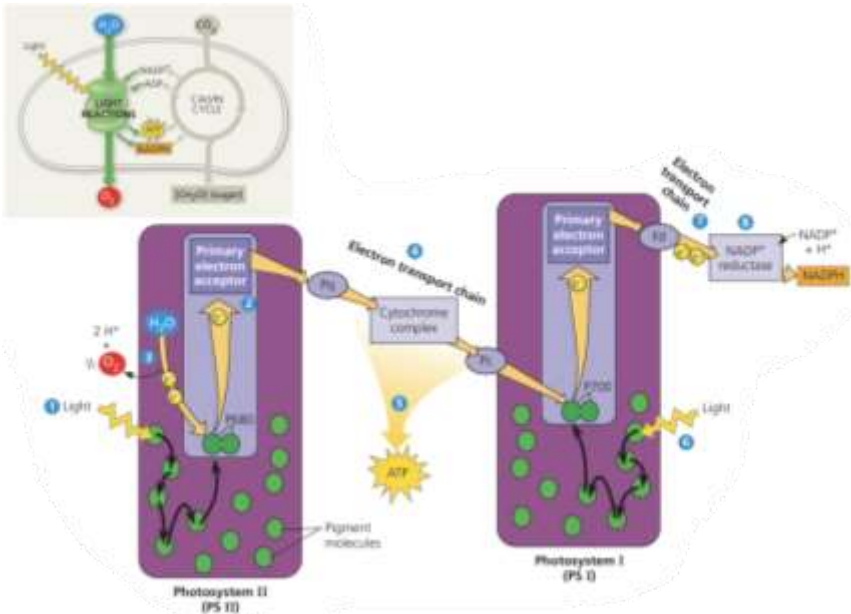


Gambar 5.4. Dua Tahap pada Proses Fotosintesis
(Sumber: (Urry *et al.*, 2021))

Persamaan kimia pada proses fotosintesis yang dituliskan di atas merupakan rangkuman sederhana dari serangkaian proses yang sangat kompleks. Fotosintesis merupakan proses yang terdiri dari dua tahap dengan masing-masing tahap memiliki banyak langkah. Tahapan pada proses fotosintesis ada dua yaitu reaksi terang (*light reaction*) yang merupakan bagian *foto* dari kata fotosintesis, dan siklus Calvin (*Calvin cycle*), bagian *synthesis* pada kata fotosintesis (Gambar 5.3).

5.2.1 Reaksi Terang

Reaksi terang adalah tahapan pada fotosintesis yang pada prosesnya mampu mengubah energi surya menjadi energi kimia. Suatu zat yang dapat menangkap cahaya dikenal sebagai *pigmen*. Pigmen-pigmen yang berbeda berfungsi untuk menangkap energi dalam bentuk cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda. Kemampuan pigmen tersebut dalam menyerap berbagai panjang gelombang cahaya dapat diukur menggunakan spektrofotometer.



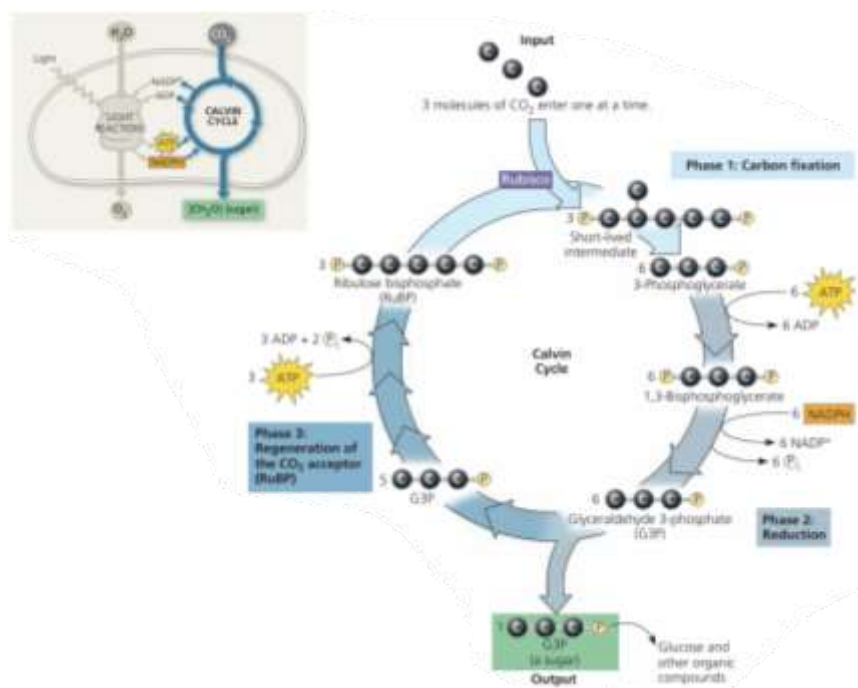
Gambar 5.5. Aliran elektron pada saat reaksi terang, hingga menghasilkan ATP dan NADPH
(Sumber: (Urry *et al.*, 2021))

Aliran elektron linier yang terjadi pada saat reaksi terang berlangsung seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.4, merupakan aliran elektron yang terjadi melalui fotosistem dengan komponen-komponen molekul lain yang tertanam dalam membran tilakoid. Berdasarkan gambar 6.4 tersebut, terdapat delapan langkah yang terjadi pada proses reaksi terang, yaitu: (1) foton cahaya menumbuk molekul pigmen pada kompleks pemanen cahaya, sehingga mendorong satu elektronnya ke tingkat energi yang lebih tinggi. Setelah elektron tersebut naik ke tingkat energi yang lebih tinggi, maka selanjutnya akan kembali pada kondisi dasar. Hal ini akan membuat molekul pigmen di dekatnya secara bersamaan terangkat ke kondisi tereksitasi. Begitu seterusnya hingga mencapai molekul klorofil *a* P680 pada kompleks pusat reaksi PS II (*Photosystem II*). (2) Elektron tersebut selanjutnya akan ditransfer dari P680 yang tereksitasi ke penerima elektron primer, sehingga P680 yang kehilangan elektron disebut $P680^+$. (3) Karena $P680^+$ kehilangan elektron, maka air harus dipecah menggunakan suatu enzim katalis hingga menjadi dua elektron, dua ion hidrogen dan satu atom oksigen. Elektron-elektron yang dihasilkan tersebut dikirim ke satu per satu ke pasangan $P680^+$, masing-masing menggantikan satu elektron yang hilang sebelumnya. Sedangkan atom oksigen akan bergabung dengan atom oksigen lain membentuk O_2 . (4) Masing-masing elektron yang terfotoeksitasi akan diteruskan dari penerima elektrok primer dari PS II ke PS I melalui rantai transpor elektron. Rantai elektron ini terdiri dari pembawa elektron bernama plastoquinon (*plastoquinone*, Pq), kompleks sitokrom, dan suatu protein yang disebut plastosianin (*plastocyanin*, Pc). (5) Ketika elektron tersebut menuju ke tingkat energi yang lebih rendah, maka akan tersedia energi untuk sintesis ATP. (6) Sementara itu, pada fotosistem I, energi cahaya yang dipanen akan mengakibatkan elektron yang terfotoeksitasi ini ke pasangan molekul klorofil *a* P700. Elektron tersebut kemudian akan dikirim ke penerima elektron primer PS I sehingga P700 berubah menjadi $P700^+$. (7) Selanjutnya elektron terfotoeksitasi tersebut diteruskan ke reaksi redoks dari penerima elektron primer di PS I, untuk menuruni rantai transport elektron kedua melalui protein feredoksin (*ferredoxin*, Fd). Pada proses ini tidak terbentuk ATP, karena tidak

menciptakan gradien proton. (8) Enzim NADP⁺ reduktase mengkatalisis transfer elektron dari Fd menuju NADP⁺. Untuk dapat menghasilkan NADPH dibutuhkan dua elektron dalam mereduksi NADP⁺. Reaksi terang tersebut menggunakan energi cahaya untuk menghasilkan ATP dan NADPH bagi reaksi penyintesis karbohidrat dalam siklus Calvin.

5.2.2 Reaksi Siklus Calvin

Siklus Calvin mirip dengan siklus asam sitrat, karena materi awal yang dihasilkan akan kembali (diregenerasi) setelah ada molekul yang memasuki dan meninggalkan siklus. Namun terdapat perbedaan antara kedua siklus ini. Pada siklus asam sitrat bersifat katabolik, yaitu mengoksidasi glukosa dan menggunakan energi untuk menyintesis ATP, sedangkan siklus Calvin bersifat anabolik, yaitu membangun karbohidrat dari molekul-molekul yang lebih kecil dan mengonsumsi energi.



Gambar 5.6. Siklus Calvin (Sumber: (Urry et al., 2021))

Karbohidrat yang dihasilkan pada siklus Calvin ini berupa gula berkarbon tiga yaitu gliseraldehida-3-fosfat (G3P). Siklus Calvin terbagi menjadi 3 fase (gambar 5.6), yaitu fiksasi karbon, reduksi dan pembentukan kembali penerima CO_2 .

Pada fase pertama (fiksasi karbon) yaitu proses penggabungan setiap molekul CO_2 dengan cara melekatkan pada gula berkarbon lima yaitu ribulosa bifosfat (RuBP) dengan bantuan enzim rubisko. Hasil dari proses pada fase pertama yaitu intermediet berkarbon enam yang tidak stabil, sehingga akan segera terpecah menjadi bentuk dua molekul 3-fosfoglisarat.

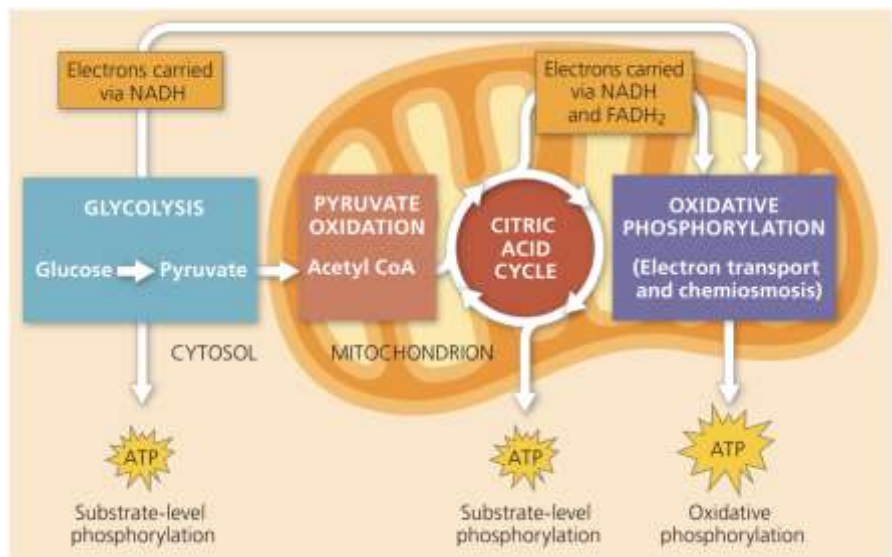
Fase kedua (reduksi) terjadi ketika molekul 3-fosfoglisarat menerima satu gugus fosfat dari ATP, sehingga menjadi 1,3-bifosfoglisarat. Selanjutnya NADPH yang dihasilkan oleh reaksi terang akan menyumbangkan elektron untuk mereduksi 1,3-bifosfoglisarat dan terbentuklah G3P. Elektron yang disumbangkan oleh NADPH tersebut mereduksi gugus karboksil pada 1,3 bifosfoglisarat menjadi gugus aldehida G3P yang memiliki lebih banyak energi potensial. Pada kondisi saat ini terdapat karbohidrat dengan nilai 18 karbon dalam bentuk enam molekul G3P. Namun hanya satu molekul yang dapat keluar dari siklus dan digunakan oleh sel tumbuhan. Hal ini dikarenakan lima molekul yang tersisa akan digunakan untuk proses regenerasi.

Fase ketiga (regenerasi), yaitu suatu proses yang kompleks dimana lima molekul G3P yang tersisa akan diubah menjadi tiga molekul RuBP untuk memulai siklus Calvin kembali. Pada fase ini dibutuhkan tiga molekul ATP sehingga diperoleh RuBP yang siap menerima CO_2 dan memulai siklus Calvin kembali.

5.3 Respirasi Sel

Respirasi selular merupakan suatu proses penguraian bahan bakar tertentu untuk menghasilkan ATP. Terdapat dua jenis respirasi yang dapat terjadi, yaitu respirasi aerobik dan anaerobik. Respirasi aerobik merupakan penguraian bahan bakar organik bersama dengan oksigen sebagai reaktan sehingga diperoleh energi berupa ATP. Sedangkan respirasi anaerobik merupakan proses penguraian bahan bakar organik menghasilkan energi tanpa adanya oksigen yang terlibat.

Respirasi pada sel terdiri dari tiga tahap metabolik, yaitu glikolisis, siklus asam sitrat dan fosforilasi oksidatif yang meliputi transport elektron dan kemiosmosis (gambar 5.7).



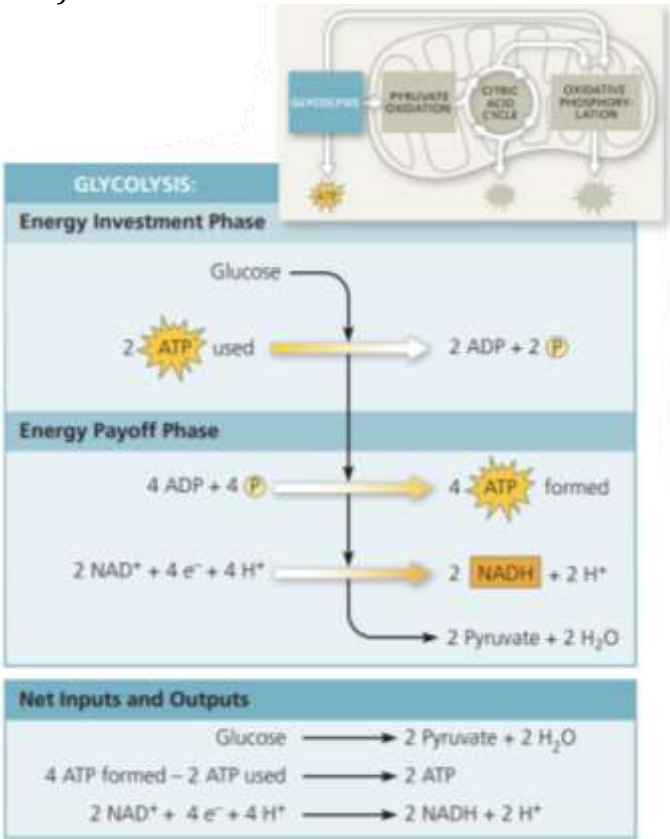
Gambar 5.7. Respirasi selular (Sumber: (Urry *et al.*, 2021))

Berdasarkan gambar 5.7 di atas, dapat diketahui bahwa glikolisis dan siklus asam sitrat merupakan proses katabolik yang menguraikan glukosa dan bahan-bahan organik lain. Glikolisis terjadi di sitosol sebagai proses awal dalam tahapan respirasi di dalam sel.

5.3.1 Glikolisis

Sesuai dengan arti dari kata *glikolisis* itu sendiri yaitu ‘pemecahan gula’, maka di dalam proses glikolisis ini juga terjadi hal yang sama. Glukosa sejenis glukosa berkarbon enam dipecah menjadi dua karbor berkarbon tiga, yang kemudian akan dioksidasi sehingga terbentuklah dua molekul piruvat. Pada proses glikolisis terbagi menjadi dua fase, yaitu fase investasi energi dan fase pembayaran energi. Hal ini dikarenakan glikolisis membutuhkan energi sebanyak 2 ATP untuk mengubah glukosa menjadi Gliseraldehida-3-fosfat.

Selanjutnya akan masuk fase pembayaran energi. Pada fase ini dua molekul Gliseraldehida-3-fosfat diubah menjadi dua molekul 3-Fosfoglisarat dengan menghasilkan produk sampingan berupa 2 ATP. Pada saat ini hutang ATP yang digunakan pada fase awal tadi sudah terbayar lunas. Dua molekul 3-Fosfoglisarat ini sudah bukan merupakan jenis gula. Karena gugus karbonil yang mencirikan gula telah dioksidasi menjadi gugus karboksil yang merupakan ciri khas asam organik. Fase terakhir pada proses glikolisis ini akan menghasilkan lebih banyak ATP. Dua molekul 3-fosfoglisarat diubah menjadi fosfoenolpiruvat (PEP), yang selanjutnya terbentuk 2 asam piruvat. Proses tersebut menghasilkan sebanyak 2 ATP sekaligus (Gambar 5.8).

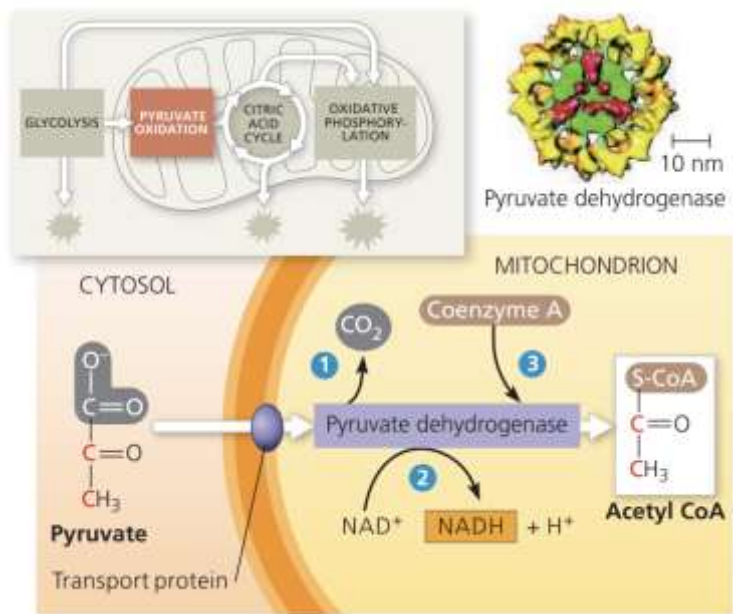


Gambar 5.8. Glikolisis (Sumber: (Urry *et al.*, 2021))

Proses glikolisis menghasilkan produk akhir berupa 1 asam piruvat dengan dua molekul air. Sebanyak dua ATP yang digunakan untuk memulai proses glikolisis di awal, terbayar dengan lunas pada proses pembayaran dan ditambah bunga sejumlah 2 ATP sekaligus.

5.3.2 Siklus Asam Sitrat

Proses asam sitrat terjadi ketika dua asam piruvat hasil dari glikolisis diubah menjadi asetil koenzim A atau Asetil KoA, sehingga dapat memasuki mitokondria. Proses mengubah dua molekul asam piruvat menjadi Asetil KoA merupakan langkah yang menyambungkan antara glikolisis dan siklus asam sitrat (gambar 5.9).

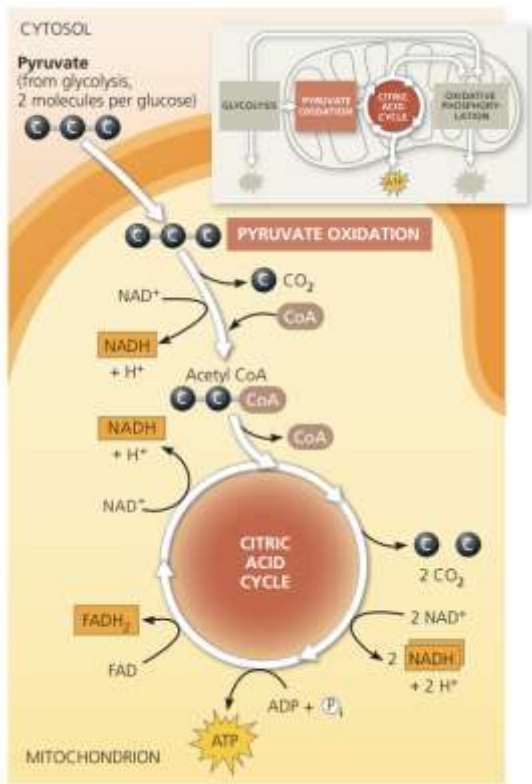


Gambar 5.9. Pengubahan piruvat menjadi asetil KoA
(Sumber: (Urry *et al.*, 2021))

Gugus karboksil piruvat dioksidasi sehingga akan mengeluarkan CO₂. Selanjutnya elektron-elektron yang terekstraksi pada NAD⁺ akan menyimpan energi dalam bentuk NADH. Koenzim A (KoA) yang mengandung sulfur akan berlekatan dengan asetat

sehinggal menjadi gugus asetil yang sangat reaktif. Asetil KoA inilah yang nantinya akan masuk ke dalam siklus asam sitrat.

Siklus asam sitrat ini juga sering disebut sebagai siklus asam trikarboksilat atau siklus krebs, yang diambil dari penemu dari sklus tersebut yaitu Hans Krebs, ilmuwan dari Jerman-Inggris tahun 1930-an. Siklus ini merupakan tungku metabolik yang dalam prosesnya mengoksidasi bahan-bahan bakar organik yang berasal dari piruvat.



Gambar 5.10. Siklus asam sitrat (Sumber: (Urry *et al.*, 2021))

Asetil KoA yang sudah terbentuk selanjutnya akan menambahkan gugus asetil berkarbon dua miliknya ke oksaloasetat, sehingga terbentuk sitrat. Sitrat ini akan diubah menjadi isomernya yaitu isositrat, melalui pembuangan satu molekul air dan menambahkan satu molekul air lain. Isositrat yang terbentuk

tersebut akan dioksidasi, dengan mereduksi NAD^+ menjadi NADH , sehingga senyawa yang dihasilkan yaitu α -ketoglutarat akan kehilangan satu molekul CO_2 . α -ketoglutarat ini sekali lagi kehilangan molekul CO_2 dan senyawa yang dihasilkan dioksidasi dengan mereduksi NAD^+ menjadi NADH . Molekul hasil dari proses ini akan melekat dengan koenzim A dan membentuk molekul suksinil KoA.

Koenzim A tersebut selanjutnya digantikan oleh gugus fosfat, yang ditransfer ke guanosin difosfat (GDP) sehingga menjadi guanosin trifosfat (GTP). GTP ini merupakan suatu molekul yang serupa dengan ATP menurut fungsinya, dan dalam kasus tertentu juga bisa digunakan untuk menghasilkan ATP. Saat ini telah terbentuk suksinat. Suksinat ini akan diubah menjadi fumarat dengan proses oksidasi dan mentransfer dua molekul hidrogen dari FAD ke FADH_2 . Fumarat ini akan berikatan dengan satu molekul air untuk menyusun ulang ikatan-ikatan dalam substrat membentuk malat. Malat yang terbentuk dioksidasi dengan mereduksi NAD^+ menjadi NADH dan membentuk kembali oksaloasetat. Siklus akan kembali berulang seperti semula. Berdasarkan proses tersebut, siklus asam sitrat ini menghasilkan 2 ATP.

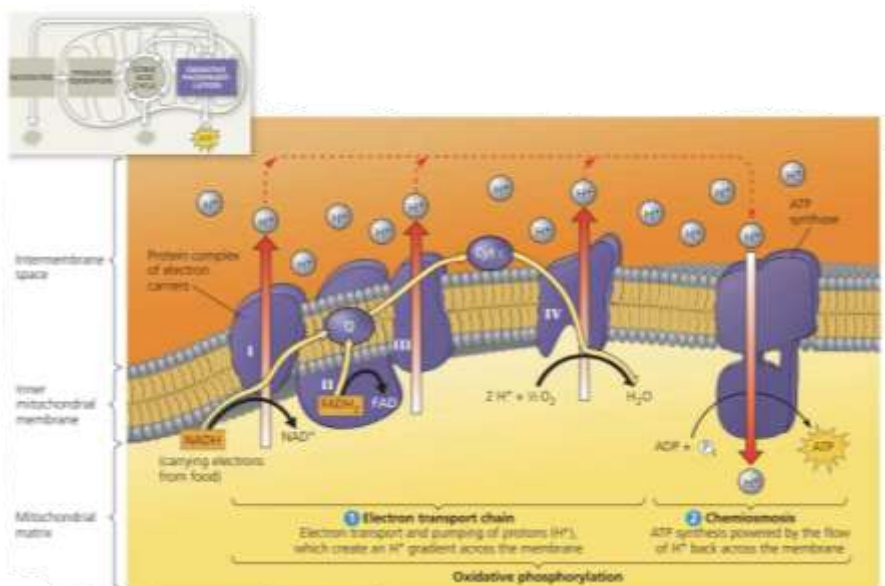
5.3.3 Fosforilasi Oksidatif

Fosforilasi oksidatif terjadi di mitokondria dan ruang antar-membran. Mitokondria sering digambarkan sebagai pembangkit listrik mini. Seperti pembangkit listrik, mitokondria mengekstrak energi dari bahan organik dan menyimpannya sementara dalam bentuk energi listrik. Lebih khusus lagi, energi yang diekstraksi dari substrat digunakan untuk menghasilkan gradien ionik melintasi membran dalam mitokondria. Gradien ionik melintasi membran mewakili suatu bentuk energi yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan kerja (Iwasa Janet, 2016).

Fosforilasi oksidatif diawali dengan rantai transpor elektron dan diakhiri dengan proses kemiosmosis. Rantai transpor elektron merupakan sekumpulan molekul yang tertanam dalam membran dalam pada mitokondria yang dimiliki oleh sel eukariot. Sebagian besar komponen membran dalam mitokondria terdiri atas protein yang menyediakan ruang untuk ribuan salinan transpor elektron

dalam setiap mitokondria. Protein tersebut tersusun atas kompleks multiprotein yang dinomori dari I sampai IV. Terdapat juga gugus nonprotein yang melekat erat dengan gugus protein yang berfungsi sebagai katalik enzim-enzim tertentu disebut *gugus prostetik*.

Pada gambar 5.11 proses fosforilasi oksidatif terjadi diawali dengan transpor elektron yang selanjutnya terjadi kemiosmosis sehingga menghasilkan ATP. Elektron yang dibuang oleh NAD^+ pada saat proses glikolisis dan siklus asam sitrat akan ditransfer dari NADH ke molekul pertama pada rantai transpor elektron di kompleks I. Kompleks I ini merupakan flavoprotein karena memiliki gugus prostetik yang disebut flavin mononukleotida (FMN). Elektron yang diterima oleh flavoprotein tersebut akan diteruskan ke protein besi sulfur (Fe-S) yang tempatnya masih di dalam kompleks I. Ketika elektron berpindah ke protein besi sulfur, maka flavoprotein kembali ke bentuk teroksidasinya. Protein besi sulfur yang menerima elektron akan meneruskan elektron tersebut ke senyawa ubiquinon (Q). Senyawa ubiquinon ini merupakan pembawa elektron yang bersifat hidrofobik, satu-satunya pembawa elektron yang bukan merupakan protein.

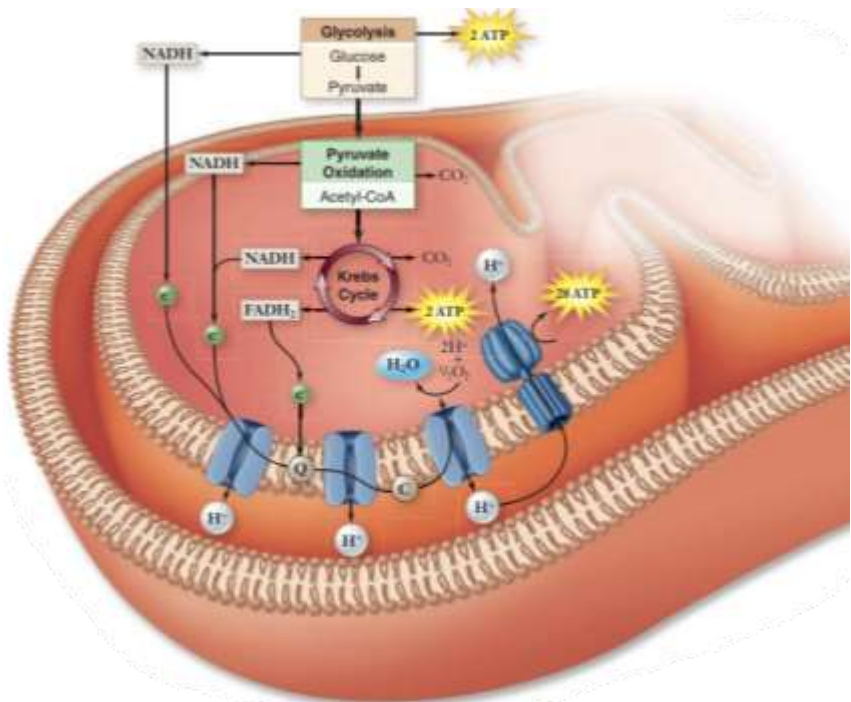


Gambar 5.11. Fosforilasi oksidatif (Sumber: (Urry *et al.*, 2021))

Sumber elektron lain untuk transpor elektron yaitu FADH_2 , yang merupakan suatu produk tereduksi dalam siklus asam sitrat. FADH_2 ini menyumbangkan elektronnya ke rantai transpor elektron pada kompleks II, dan akan mengalami proses sama seperti pada kompleks I. Elektron akan terus bergerak ke kompleks III, kemudian sitokrom C bergerak dengan sangat cepat untuk mentransferkan elektron dari kompleks III menuju ke kompleks IV. Bergeraknya elektron mulai dari kompleks I hingga kompleks IV akan memompa proton (H^+) dari membran matriks mitokondria menuju ke ruang antarmembran.

Hasil akhirnya yang diperoleh pada transpor elektron yaitu air (H_2O). Selain itu dengan adanya transpor elektron, maka akan menstabilkan jumlah ion H^+ yang ada pada matriks mitokondria dan ruang antarmembran. Hal ini sangat diperlukan, mengingat proses terakhir yaitu kemiosmosis yang sangat dipengaruhi oleh perpindahan ion H^+ dari ruang antarmembran masuk menuju ke matriks mitokondria melalui ATP sintase.

Proses selanjutnya yaitu kemiosmosis, yaitu suatu proses sintesis ATP dengan bahan bakar berupa aliran H^+ yang kembali melintasi membran melalui ATP sintase. ATP sintase merupakan motor putar (rotasi) molekular terkecil yang membantu proton (H^+) melintasi membran dan memanfaatkan pemindahan proton tersebut untuk memfosforilasi ADP membentuk ATP.



Gambar 5.12. Perolehan ATP (Sumber: (Mason, Losos and Singer, 2017))

Fungsi utama dari proses respirasi selular adalah memanen energi dari glukosa untuk sintesis ATP. Selama proses respirasi selular yang terjadi energi yang mengalir yaitu sebagai berikut: Glukosa $\rightarrow$ NADH $\rightarrow$ transpor elektron $\rightarrow$ gaya proton $\rightarrow$ ATP. Pada gambar 6.11 kita dapat menghitung jumlah ATP yang dihasilkan selama proses respirasi selular dengan tiga departemen atau perusahaan metabolik utama yaitu, glikolisis, siklus asam sitrat dan fosforilasi oksidatif. Jika semua gaya gerak proton digunakan untuk menggerakkan ATP sintase, maka satu molekul glukosa akan menghasilkan maksimum 32-34 ATP yang dihasilkan pada proses fosforilasi oksidatif, dan ditambah dengan 4 ATP hasil fosforilasi tingkat substrat. Jumlah total yang dapat diperoleh adalah 38 ATP. Namun jika wahana ulang alik atau ATP sintase yang digunakan kurang efisien, maka jumlah maksimal yang dapat diperoleh adalah sekitar 36 ATP.

DAFTAR PUSTAKA

- Indrowati, M. 2020. 'RESPIRASI Transformasi Energi Dalam Makhluk Hidup', pp. 1–29.
- Iwasa Janet, W. M. 2016. 'KARP'S CELL and MOLECULAR BIOLOGY, Concepts and Experiments, Eighth Edition', pp. 1–23.
- Mason, K. A., Losos, J. B. and Singer, S. R. 2017. *Biology*. ELEVENTH E.
- Urry, L. A. *et al.* 2021. *Campbell BIOLOGY*. Twelfth Ed. New York: Pearson Education, Inc.
- <https://nationalgeographic.grid.id/search?q=tumbuhan>

BAB 6

PENGENALAN MATERI DAN PERUBAHANNYA

Oleh Rahmaniah

6.1 Pendahuluan

Kimia adalah ilmu yang mempelajari komposisi, struktur, dan sifat-sifat materi, serta proses dan perubahan energi yang terjadi pada materi. Kimia merupakan pusat dari ilmu pengetahuan alam, karena baik makhluk hidup maupun benda mati terdiri dari struktur kimiawi. Kimia berhubungan dengan pertanyaan-pertanyaan mengenai komposisi materi dan perubahannya ketika dipanaskan, didinginkan, atau dicampur dengan materi lain.

Dalam praktiknya, kimia menggunakan instrumen untuk meningkatkan kemampuan pengukuran. Contohnya, mikroskop elektron pemindaian dan sinar-X digunakan untuk melihat struktur mikro materi. Mikroskop elektron pemindaian membombardir materi dengan elektron sehingga elektron yang tersebar membentuk pola yang mengungkapkan struktur mikro material. Sinar-X juga dapat digunakan untuk menentukan struktur mikro melalui pola difraksi sinar-X. Dengan mempelajari struktur mikro, ahli kimia dapat menjelaskan perilaku struktur makro. Ini menunjukkan bahwa kimia memiliki peran penting dalam memahami dunia alam dan fenomena yang terjadi di dalamnya.

Kimia terkait dengan banyak bidang studi lainnya, seperti geologi, oseanografi, rekayasa, fisika, astronomi, dan ilmu lingkungan. Dalam geologi, kimia digunakan untuk menganalisis sampel batuan dan mencari cadangan mineral atau minyak baru. Di oseanografi, kimia digunakan untuk melacak arus laut dan mengukur pertukaran nutrisi di laut. Rekayasa mempertimbangkan hubungan antara struktur dan sifat-sifat zat ketika memilih bahan. Fisikawan menggunakan sifat-sifat zat untuk mendeteksi partikel subatom. Astronom menggunakan tanda tangan kimia untuk

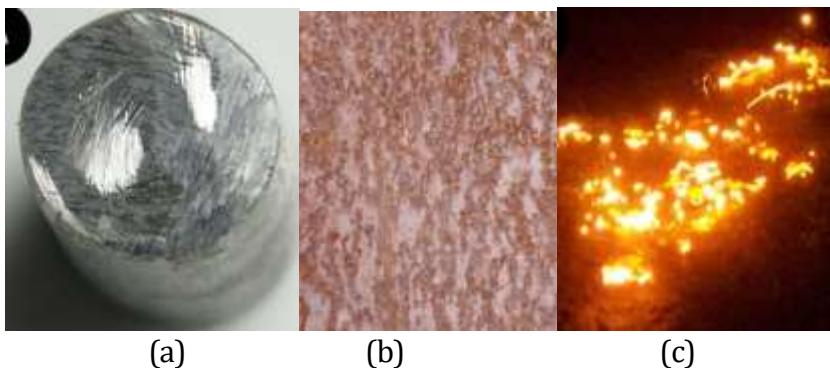
menentukan usia dan jarak bintang. Ilmu lingkungan bergantung pada kimia untuk menjelaskan fenomena seperti polusi udara dan pemanasan global. Bidang biokimia mempelajari interaksi organisme hidup dengan dunia fisik, seperti proses biologis dan pengaruh zat kimia terhadap kesehatan dan kesejahteraan manusia. Kimia juga memiliki aplikasi praktis dalam berbagai bidang, seperti kedokteran, farmakologi, nutrisi, dan forensik (Moore Ed. D, dkk, 2007).

Kimia sangat penting dalam menjelaskan kepunahan dinosaurus yang terjadi sekitar 66 juta tahun yang lalu. Para peneliti menemukan lapisan tipis batuan sedimen yang mengandung konsentrasi iridium yang tinggi, logam yang langka. Iridium berkemungkinan berasal dari komet dan asteroid, dan kehadirannya dalam lapisan ini mengindikasikan adanya tumbukan besar dengan bumi. Analisis tambahan pada sampel sedimen dari berbagai tempat di seluruh dunia juga menunjukkan tingkat iridium yang tinggi dan retakan mikroskopis pada butiran kuarsa, menunjukkan adanya guncangan berintensitas tinggi dari tumbukan tersebut. Batuan darat yang hancur akibat tumbukan terlempar ke atmosfer dan tersebar ke seluruh penjuru dunia. Temuan ini memberikan bukti bahwa tumbukan asteroid menjadi penyebab kepunahan dinosaurus. Penjelasan sebelumnya, seperti epidemi atau perubahan iklim yang masif, menjadi kurang relevan dalam menggambarkan peristiwa tersebut. Dengan demikian, melalui penelitian kimia, kita dapat memahami lebih lanjut tentang peristiwa penting dalam sejarah Bumi ini.

Para ilmuwan telah menghitung bahwa tabrakan Bumi dengan asteroid berdiameter 10 kilometer dan kecepatan 25 kilometer per detik dapat melepaskan energi setara dengan 100 juta megaton TNT. Dampak seperti itu akan mengakibatkan pembakaran area hutan yang luas dan menghasilkan asap dan debu yang dapat menyebabkan penurunan sinar matahari selama berbulan-bulan atau bertahun-tahun. Hal ini mempengaruhi pertumbuhan tanaman hijau dan organisme yang bergantung pada mereka, yang dapat menjelaskan mengapa sekitar 70% dari semua spesies, termasuk dinosaurus, punah pada saat yang sama. Para ilmuwan juga telah menemukan bahwa dampak ini membentuk

kawah dengan diameter sekurang-kurangnya 125 kilometer. Gambar satelit dari misi pesawat ulang-alik baru-baru ini mengkonfirmasi adanya asteroid atau komet besar yang menabrak Bumi di Teluk Meksiko 65 juta tahun yang lalu, meninggalkan kawah dengan diameter 180 kilometer. Bukti-bukti kimiawi juga mendukung penjelasan ini tentang kepunahan dinosaurus.

Semua jenis materi memiliki sifat-sifat kimia yang akan menunjukkan reaksi dengan zat lain. Kita dapat melihat sifat-sifat ini dengan mengamati interaksi antara materi dengan udara, air, asam, basa, dan bahan kimia lainnya. Sifat kimia ini akan mempengaruhi komposisi suatu zat ketika terpapar dengan zat lain. Misalnya, besi murni memiliki warna abu-abu gelap berkilau, sementara besi berkarat memiliki warna kayu manis. Ketika besi dipanaskan oleh api, udara panas akan bereaksi lebih cepat dengan besi murni. Perubahan yang terjadi pada besi ketika terkena udara menunjukkan beberapa sifat kimia besi dan membantu dalam mengklasifikasikan besi sebagai jenis materi tertentu. Contoh lainnya adalah proses karat pada rangka sepeda yang dapat dijelaskan melalui sifat kimia dari besi, di mana besi akan bereaksi dengan oksigen di udara membentuk oksida besi atau karat. Penting untuk mengamati sifat kimia pada benda-benda di sekitar kita untuk pemahaman yang lebih baik.



Gambar 6.1. Perbedaan warna besi dalam berbagai kondisi (a) logam besi (b) besi yang terkorosi (c) besi yang terbakar
(sumber : <https://images-of-elements.com/iron-3.jpg>)

Materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang. Ada dua jenis sifat materi, yaitu sifat kimiawi dan fisika. Sifat kimiawi mencerminkan reaksi yang terjadi saat materi berinteraksi dengan zat lain, seperti dengan udara atau asam. Sementara itu, sifat fisik dapat diamati tanpa mengubah identitas materi, misalnya massa, volume, kepadatan, dan warna. Sifat fisik materi juga dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu sifat intensif dan sifat ekstensif. Sifat intensif tidak tergantung pada jumlah zat yang ada, seperti warna, rasa, dan titik leleh. Sementara sifat ekstensif bervariasi sesuai dengan jumlah materi, misalnya massa, volume, dan panjang. Dengan pemahaman ini, kita dapat menggambarkan dan mengklasifikasikan materi berdasarkan sifat-sifatnya. Contoh-contoh paling jelas dari materi adalah benda padat dan cair. Gas juga dianggap sebagai materi karena menempati ruang dan mempengaruhi volume, seperti halnya dengan balon yang mengembang ketika diisi dengan gas. Padatan memiliki bentuk yang pasti dan bersifat kaku, sedangkan cairan dapat mengalir dan mengambil bentuk wadahnya. Gas mengambil bentuk dan volume wadahnya. Keadaan materi yang keempat adalah plasma, yang terjadi di dalam bintang dan mengandung partikel bermuatan listrik.

Beberapa sampel materi bisa memiliki sifat padat, cairan, dan gas secara bersamaan. Hal ini terjadi ketika sampel terdiri dari banyak bagian kecil, seperti pasir yang menyerupai cairan karena terdiri dari banyak butiran kecil yang padat. Materi juga bisa memiliki lebih dari satu keadaan ketika merupakan campuran, seperti pada awan yang tampak seperti gas, tetapi sebenarnya adalah campuran gas dan partikel-partikel kecil air.

Massa suatu benda adalah ukuran jumlah materi di dalamnya. Cara umum untuk mengukur massa adalah dengan menggunakan timbangan untuk membandingkannya dengan massa standar. Berat suatu benda, di sisi lain, tergantung pada gaya yang diberikan gravitasi pada benda tersebut. Meskipun berat berhubungan dengan massa, keduanya tidak sama. Berat benda berubah seiring perubahan gaya gravitasi, tetapi massa benda tetap konstan.

Hukum kekekalan massa menyatakan bahwa tidak ada perubahan dalam jumlah total materi yang terjadi saat materi berubah dari satu jenis ke jenis lainnya (perubahan kimiawi) atau perubahan wujud seperti padat, cair, atau gas (perubahan fisika). Contoh-contoh kekekalan massa adalah pembuatan bir dan pengoperasian baterai. Selama pembuatan bir, bahan-bahan diubah menjadi bir tanpa kehilangan substansi yang sebenarnya. Hal yang sama terjadi dalam pengoperasian baterai, di mana zat-zat asli diubah menjadi zat lain tanpa mengubah jumlah materi yang sebenarnya.

Namun, hukum kekekalan massa sulit untuk diverifikasi karena sulit untuk mengumpulkan semua materi yang dihasilkan selama konversi tertentu. Sebagai contoh, ketika makanan dicerna dan dihasilkan energi, sulit untuk memverifikasi kekekalan massa karena sebagian materi diserap ke dalam tubuh dan sebagian lainnya dikeluarkan sebagai limbah. Oleh karena itu, konteks laboratorium yang terkontrol diperlukan untuk memverifikasi hukum kekekalan massa ini (Petrucci, 2011).

6.2 Sifat dan Perubahan Materi

Setiap zat, baik itu unsur maupun senyawa, memiliki sifat yang khas. Sifat ini digunakan ahli kimia untuk membedakan antara zat-zat dan memisahnya. Sifat-sifat zat ini juga sering menjadi fokus utama penelitian kimia. Sifat-sifat dapat digunakan untuk mengklasifikasikan zat-zat yang tidak diketahui sebagai anggota kelompok tertentu. Misalnya, jika sebuah unsur yang tidak diketahui diuji dan ditemukan dapat menghantarkan listrik dengan baik, maka dapat disimpulkan bahwa unsur tersebut adalah logam. Dalam mengidentifikasi zat-zat yang tidak diketahui, sering kali diperlukan perbandingan beberapa sifat yang digunakan bersama-sama.

Sifat-sifat materi dapat diklasifikasikan ke dalam sifat ekstensif dan sifat intensif. Sifat ekstensif (bergantung pada jumlah zat) atau intensif (tidak bergantung pada jumlah zat). Sifat ekstensif bergantung pada jumlah materi yang ada, misalnya massa dan volume. Sifat intensif, seperti suhu, tidak bergantung pada jumlah materi. Dalam beberapa kasus, Unsur memiliki sifat yang sama,

seperti konduktivitas panas dan listrik yang baik pada beberapa unsur dan konduktivitas yang buruk pada unsur lainnya.

Sifat intensif seperti warna, titik leleh, titik didih, dan konduktivitas listrik digunakan untuk menentukan identitas zat, sementara sifat ekstensif memberikan informasi tentang jumlah zat dalam sampel. Densitas adalah perbandingan massa dan volume dan merupakan sifat intensif yang penting. Densitas meningkat seiring dengan peningkatan massa dalam volume yang sama. Pada suhu dan tekanan tertentu, densitas zat murni adalah konstan. Tabel periodik merupakan tabel yang mengklasifikasikan unsur-unsur berdasarkan sifat yang mirip (Moore Ed. D, dkk, 2007).

6.2.1 Sifat Fisika Materi

Sifat fisik merupakan karakteristik materi yang tidak melibatkan perubahan komposisi kimianya. Contoh sifat fisik termasuk kepadatan, warna, kekerasan, titik leleh dan titik didih, dan konduktivitas listrik. Beberapa sifat fisik dapat diamati tanpa mengubah keadaan fisik materi, sedangkan sifat fisik lainnya hanya dapat diamati ketika materi mengalami perubahan fisik.

Perubahan fisik adalah perubahan keadaan atau sifat materi tanpa perubahan identitas kimiawi zat yang terkandung dalam materi tersebut. Contoh perubahan fisik termasuk melelehnya lilin, larutnya gula dalam kopi, dan pengembunan uap air menjadi air cair. Perubahan fisik juga dapat terjadi pada magnetisasi dan demagnetisasi logam serta penggilingan padatan menjadi serbuk. Dalam semua contoh ini, ada perubahan dalam keadaan fisik atau sifat zat, tetapi tidak ada perubahan dalam komposisi kimianya.

Perubahan fisik juga melibatkan perubahan keadaan, yaitu perubahan wujud suatu zat dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Ada tiga bentuk materi yang umum, yaitu padat, cair, dan gas. Materi padat memiliki volume dan bentuk yang pasti, sedangkan materi cair memiliki volume pasti tetapi bentuk tidak pasti. Materi gas, di sisi lain, tidak memiliki volume dan bentuk yang pasti. Semua gas memiliki karakteristik yang berbeda dengan cairan dan padatan karena partikel-partikel gas bergerak dengan cepat dan berada pada jarak yang jauh satu sama lain. Gaya tarik-menarik antara partikel-partikel gas juga relatif lebih kecil dibandingkan dengan gaya tarik-menarik antara partikel cairan dan padatan.

6.2.2 Sifat Kimia Materi

Sifat kimia adalah kemampuan untuk berubah dari satu bentuk materi ke bentuk lainnya. Contoh sifat kimia adalah mudah terbakar, toksisitas, keasaman, dan jenis reaktivitas lainnya. Contoh perubahan kimia termasuk pembentukan karat saat besi bereaksi dengan oksigen di hadapan air, ledakan nitrogliserin, dan reaksi-reaksi kimia di laboratorium. Perubahan kimia selalu menghasilkan materi yang berbeda dari materi awal. Semua sampel zat murni memiliki sifat fisik dan kimia yang sama. Sifat kimia dapat diamati ketika zat mengalami reaksi kimia, yang menghasilkan pembentukan zat baru. Misalnya, pembakaran arang (karbon) di udara adalah sifat kimia. Selama pembakaran, arang bereaksi dengan oksigen di udara untuk berubah menjadi zat baru, karbon dioksida.

Gas dioksida dihasilkan selama reaksi kimia, yang mengakibatkan penurunan jumlah zat asli, karbon dan oksigen. Zat baru yang berbeda sifat yang berbeda terbentuk. Contoh lain dari reaksi kimia dapat diamati. Sifat-sifatnya termasuk kemampuan besi untuk menimbulkan korosi ketika bergabung dengan oksigen di udara dan kemampuan perak untuk menodai ketika bereaksi dengan belerang. Perubahan atau reaksi kimia adalah proses di mana satu atau lebih zat diubah menjadi zat yang berbeda. Zat-zat yang mengalami perubahan kimia disebut sebagai reaktan, sedangkan yang dihasilkan sebagai hasil dari perubahan kimia dikenal sebagai produk. Dalam proses pembakaran arang, pembakaran atau reaksi pembakaran terjadi antara karbon dan oksigen, yang bertindak sebagai reaktan. Reaksi kimia seperti pembakaran dan penguraian membentuk produk baru dengan sifat yang sangat berbeda dari reaktan aslinya. Namun demikian, perubahan kimiawi tidak mengubah jumlah total materi sebelum atau sesudah reaksi. Jumlah materi, dan karenanya massa total, tetap konstan. (Oxtoby, David W. dkk. 2001).

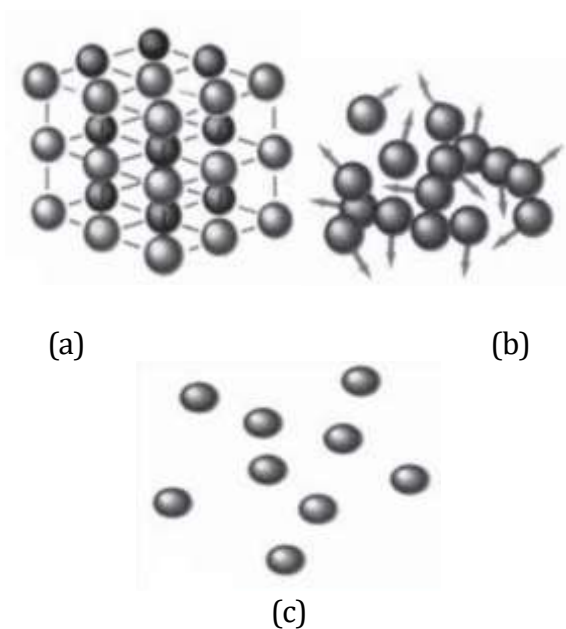
6.3 Klasifikasi Materi

Materi dapat dijelaskan melalui sifat fisik dan kimianya. Ada tiga wujud materi yaitu padat, cair, dan gas. Beberapa zat, seperti oksigen dan karbon dioksida, berbentuk gas pada suhu kamar,

sedangkan air dan merkuri berbentuk cair. Mayoritas logam berbentuk padat pada suhu kamar dan semua zat dapat berada dalam salah satu dari tiga wujud ini. Contoh paling umum dari materi yang ada dalam ketiga wujud ini adalah air, yang dapat menjadi es dalam wujud padat, dan uap atau uap air dalam wujud gas. Keadaan fisik materi adalah sifat fisik karena identitas zat murni tidak berubah saat dilelehkan, dibekukan, atau direbus.

Padatan memiliki bentuk dan volume tetap, sementara cairan memiliki volume tetap namun dapat mengalir, dan gas tidak memiliki bentuk atau volume tetap. Perubahan fisik dapat terjadi antara ketiga keadaan ini, tetapi tidak mempengaruhi komposisi kimia zat tersebut. Benda padat memiliki bentuk dan volume yang pasti, partikelnya dikemas secara rapat dalam susunan teratur, dan sulit dimampatkan. Cairan memiliki volume yang pasti, tetapi bentuknya tidak pasti, mengadopsi bentuk wadah baru ketika dituangkan, molekulnya masih dekat satu sama lain, dan juga tidak dapat dimampatkan. Gas tidak memiliki bentuk dan volume yang pasti, mengambil bentuk dan volume dari wadahnya, partikelnya sangat jauh terpisah satu sama lain, mudah dimampatkan karena ada ruang yang besar di antara partikelnya, dan bisa dideteksi melalui berbagai cara seperti cahaya yang dipancarkan ketika arus listrik dilewatkan melalui sampel gas.

Sifat-sifat zat padat, cair, dan gas didasarkan pada perbedaan susunan atom atau molekul. Jarak antara partikel dalam keadaan padat dan cair lebih kecil daripada dalam keadaan gas. Partikel dalam keadaan padat tetap pada tempatnya, sedangkan dalam keadaan cair dan gas, partikel lebih bebas bergerak. Energi diperlukan untuk memisahkan partikel dalam keadaan tersebut. Perubahan keadaan dapat terjadi dengan menambah atau menghilangkan energi. Tekanan juga memainkan peran dalam perubahan keadaan. Zat murni memiliki komposisi yang konstan dan hanya dapat diubah melalui reaksi kimia. Ada dua jenis zat murni, yaitu unsur dan senyawa. Unsur tidak dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana, sedangkan senyawa dapat diuraikan menjadi unsur-unsur melalui reaksi kimia.



Gambar 6.2. Susunan Partikel berbagai wujud zat (a) zat padat, (b) zat cair, (c) zat Gas

(Sumber : <https://www.amongguru.com/susunan-dan-gerak-partikel-berbagai-wujud-zat-padat-cair-dan-gas/>)

Ada dua jenis zat: zat kimia murni dan campuran. Zat kimia murni memiliki komposisi dan sifat yang tetap, seperti oksigen yang merupakan gas tidak berwarna dan tidak berbau pada suhu 25°C. Zat murni memiliki komposisi yang konstan dan sifat yang persis sama, seperti sukrosa (gula meja). Zat murni dibagi menjadi Unsur dan senyawa. Unsur tidak dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana dan ada lebih dari 100 Unsur yang diketahui. Sedangkan senyawa terdiri dari dua atau lebih Unsur dan dapat diuraikan melalui perubahan kimiawi. Contohnya adalah merkuri (II) oksida dan perak (I) klorida murni memiliki komposisi yang konstan dan sifat yang persis sama, seperti sukrosa. Zat murni dibagi menjadi Unsur dan senyawa. Unsur tidak dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana dan ada lebih dari 100 Unsur yang diketahui. Sedangkan senyawa terdiri dari dua atau lebih Unsur dan dapat diuraikan melalui perubahan kimiawi. Contohnya adalah merkuri (II) oksida dan perak (I) klorida (Chang, Raymond, 1994).

Sebagian besar materi adalah campuran, yaitu kombinasi dari dua atau lebih zat murni dalam proporsi yang bervariasi. Udara, air keran, susu, dan kotoran adalah contoh dari campuran. Campuran dapat menjadi homogen atau heterogen, tergantung pada sejauh mana komponennya tercampur secara merata. Udara dan air keran adalah contoh larutan homogen, sementara adonan kue coklat, keju biru, dan kotoran adalah contoh campuran heterogen.

Larutan adalah campuran homogen yang umumnya berbentuk cair, tetapi juga dapat berbentuk padat. Komposisi larutan dapat bervariasi tergantung pada sumber dan lokasi. Larutan padat, seperti yang digunakan dalam pengisian gigi berlubang, mengandung dua atau lebih logam dan disebut paduan. Jika komposisi bahan tidak seragam, bahan tersebut diklasifikasikan sebagai campuran heterogen. Misalnya, susu terlihat homogen tetapi sebenarnya terdiri dari gumpalan kecil lemak dan protein yang tersebar dalam air.

Campuran heterogen biasanya dapat dipisahkan dengan cara yang sederhana, misalnya dengan penyaringan untuk mengisolasi padat-cair campuran. Campuran padatan, seperti gula dan garam, dapat dipisahkan secara mikroskopis atau dengan penyortiran. Operasi yang lebih kompleks mungkin diperlukan untuk memisahkan logam dari batuan, seperti menggunakan proses kimia. Dengan demikian, pemahaman tentang wujud materi dan komposisi campuran memungkinkan pengembangan metode pembuatan dan pemisahan bahan yang efisien dan efektif.

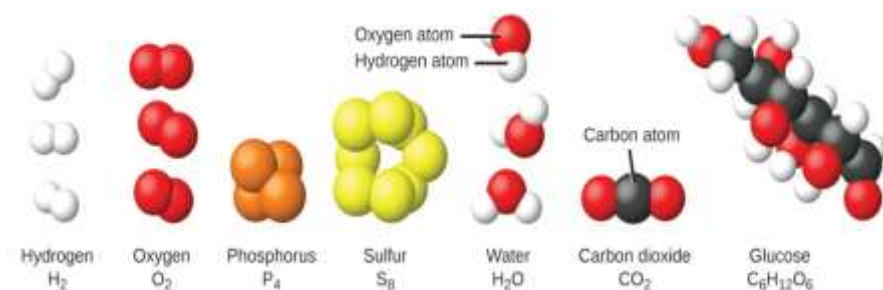
6.4 Atom dan Molekul

Atom adalah partikel terkecil dari sebuah unsur yang memiliki sifat-sifat Unsur tersebut dan dapat masuk ke dalam kombinasi kimia. Gagasan ini pertama kali dikaitkan dengan filsuf Yunani Leucippus dan Democritus pada abad ke-5 SM, tetapi baru pada abad ke-19 John Dalton mendukung hipotesis ini dengan pengukuran kuantitatif. Ukuran atom sangat kecil dan sulit dibayangkan. Jika sebuah benang jaring laba-laba memiliki diameter sekitar 1/10.000 sentimeter, satu atom karbon dalam jaring memiliki diameter sekitar 0,000000015 sentimeter. Sebuah atom juga sangat ringan. Satu miliar atom timbal memiliki berat sekitar 3

$\times 10^{-13}$ gram, dan diperlukan lebih dari 300 triliun atom timbal untuk ditimbang, dengan berat hanya 0,0000001 gram.

Kumpulan atom-atom individual jarang ditemui. Beberapa Unsur, seperti helium, neon, dan argon, terdiri dari kumpulan atom-atom individu yang bergerak secara independen. Namun, Unsur-Unsur lain, seperti hidrogen, nitrogen, oksigen, dan klorin, tersusun atas unit-unit yang terdiri atas pasangan-pasangan atom. Molekul adalah unit yang terdiri dari dua atau lebih atom yang bergabung dengan ikatan kimia. Atom-atom dalam molekul bergerak sebagai satu kesatuan. Setiap molekul dapat terdiri dari atom-atom yang identik atau berbeda. Sebagai contoh, satu molekul air mengandung dua atom hidrogen dan satu atom oksigen, sementara satu molekul glukosa mengandung 6 atom karbon, 12 atom hidrogen, dan 6 atom oksigen.

Dalam skala atomik, molekul sangat kecil dan ringan. Jika segelas air diperbesar hingga seukuran bumi, molekul air di dalamnya akan seukuran bola golf. Kesadaran akan ukuran dan massa atom serta keadaan kumpulan atom-atom dalam unsur-unsur membantu memahami sifat-sifat materi dan menjelaskan fenomena-fenomena kimiawi. Teori atom Dalton, dengan beberapa revisi, telah menjadi salah satu teori utama dalam kimia (Woller, Paul and Jerome H. Supple, 1996).



Gambar 6.3. Unsur hidrogen, oksigen, fosfor, dan belerang membentuk molekul yang terdiri dari dua atom atau lebih dari unsur yang sama. Senyawa air, karbon dioksida, dan glukosa terdiri dari kombinasi atom-atom dari unsur yang berbeda.
(sumber : <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>, 2023)

6.5 Tabel Periodik

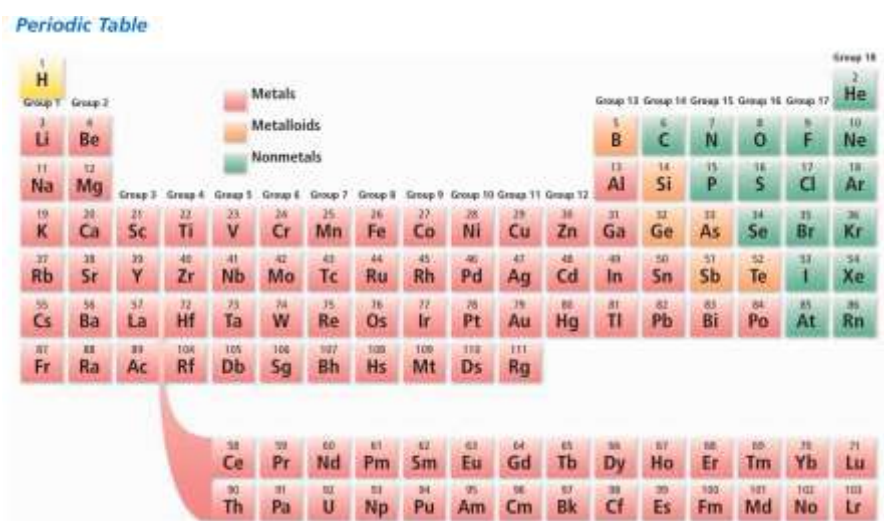
Tabel periodik (Gambar 6.4) adalah alat yang digunakan untuk menggambarkan elemen-elemen dalam bentuk simbol dan nomor atom. Setiap kotak di tabel tersebut menggambarkan sebuah elemen dengan simbol dan nomor atomnya. Simbol-simbol ini dapat dihubungkan dengan nama-nama elemen dalam bahasa Inggris, beberapa di antaranya berasal dari bahasa Latin dan bahasa Jerman. Tabel juga memiliki kolom-kolom vertikal yang disebut kelompok atau keluarga, yang memiliki elemen-elemen dengan sifat kimia yang sama. Misalnya, Grup 2 terdiri dari elemen-elemen yang mudah bereaksi seperti berilium, magnesium, kalsium, stronsium, barium, dan radium.

Elemen-elemen dalam tabel periodik memiliki kemampuan berikatan yang berbeda-beda. Mereka dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu logam dan bukan logam. Ada juga metaloid yang memiliki sifat-sifat di antara logam dan bukan logam. Tabel periodik juga memiliki baris horizontal yang disebut periode, yang menunjukkan perubahan yang teratur dalam sifat fisik dan kimia. Unsur-unsur yang berada dalam periode yang sama cenderung memiliki kemiripan sifat yang lebih banyak dibandingkan dengan unsur-unsur yang berjauhan. Sebagai contoh, litium dan berilium dalam Golongan 1 dan 2 menunjukkan beberapa kemiripan sifat, tetapi berbeda secara signifikan dengan fluor yang berada di Grup 17.

Di bawah tabel periodik terdapat dua set elemen yaitu seri lantanida dan seri aktinida. Unsur-unsur logam ditempatkan di tabel periodik segera setelah unsur 57 dan 89, yang bertujuan untuk mempertahankan lebar tabel dalam batas yang wajar. Buku Pegangan Unsur yang terdapat di akhir buku menyediakan informasi lebih rinci mengenai unsur-unsur tertentu.

Tabel periodik juga mengelompokkan elemen-elemen menjadi dua divisi utama yaitu logam dan bukan logam. Logam terletak di sebelah kiri dan tengah tabel, sedangkan bukan logam terletak di sebelah kanan. Namun, ada juga unsur-unsur tertentu seperti boron dan silikon yang menunjukkan sifat logam dan bukan logam. Dengan menggunakan tabel periodik, kita dapat mempelajari dan memahami karakteristik dan sifat-sifat dari berbagai elemen

kimia yang ada. Tabel periodik juga membantu dalam mengelompokkan dan mengidentifikasi unsur-unsur berdasarkan kesamaan karakteristik kimia mereka.



Gambar 6.4. Tabel Periodik Unsur Kimia
(Sumber : Www.Scilinks.Org)

DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, Robert. 1992. *Kimia Fisika Jilid 1 Edisi Kelima*. Erlangga: Jakarta
- Chang, Raymond. 1994. *Chemistry*. New York: Mc-Graw-Hill.
- Chen, T. L., Kim, H., Pan, S. Y., Tseng, P. C., Lin, Y. P., & Chiang, P. C. 2020. *Implementation of green chemistry principles in a circular economy system towards sustainable development goals: Challenges and perspectives*. *Science of the Total Environment*
- <https://images-of-elements.com/iron-3.jpg>
- <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>
- <https://www.amongguru.com/susunan-dan-gerak-partikel-berbagai-wujud-zat-padat-cair-dan-gas/>
- Moore Ed. D, John T. 2007. *Kimia For Dummies*. Cet. Ke1, Bandung: Pakar Raya.
- Oxtoby, David W. dkk. 2001. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern*, Ed. Ke4. Jilid. 1, Jakarta: Erlangga.
- Petrucchi, dkk, 2011. *General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Tenth ed. Upper Saddle River, NJ 07458: Pearson Education Inc.
- Whyman, K. 1986. *Forces in action*. New York: Gloucester Press.
- Winarno. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Woller, Paul and Jerome H. Supple. 1996. *Chemistry Elementary Principles*. Addison Wesley Publishing Company Inc. London.
- www.scilinks.org

BAB 7

SISTEM TUMBUHAN

Oleh Nurlia Zahara

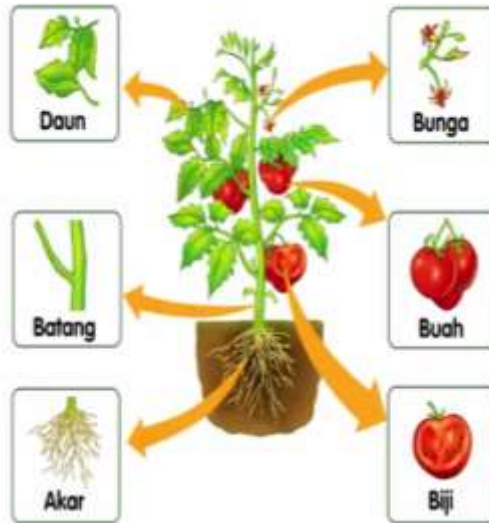
7.1 Pendahuluan

Tumbuhan merupakan salah satu dari dua kelompok besar makhluk hidup yang penting fungsinya bagi biosfer. Tumbuhan dapat ditemukan diseluruh bagian bumi dalam segala bentuk dan ukuran.

Sistem tumbuhan merupakan kajian yang mendeskripsikan struktur dan fungsi organ-organ pada tumbuhan yang meliputi organ vegetatif diantaranya akar, batang, daun dan organ generatif yaitu bunga, buah dan biji.

7.2 Pengertian Tumbuhan

Tumbuhan merupakan organisme yang termasuk dalam Kerajaan plantae, yang biasa dikenal seperti pepohonan, semak, terna, rerumputan, paku-pakuan, lumut serta alga. Tumbuhan umumnya berwarna hijau dominan karena berisi pigmen klorofil. yang memiliki peran penting untuk mengolah energi menjadi makanan dalam proses fotosintesis pada tumbuhan. Tumbuhan juga bersifat autotrof (mampu membuat makanan sendiri). Walau sejumlah spesies tumbuhan parasit tidak dianggap demikian, namun sebenarnya hal itu merupakan hasil adaptasi spesies tersebut untuk bertahan hidup dengan cara yang unik.



Gambar 7.1. Gambaran Umum Tumbuhan

7.3 Akar (*Radix*)

Akar adalah bagian dari tumbuhan yang pada umumnya terdapat dan tumbuh dalam tanah, akar akan tumbuh ke arah pusat bumi. Akar merupakan bagian dari tumbuhan yang penting, karna fungsinya sebagai penahan bagi tubuh tumbuhan itu sendiri. Akar sebagai bagian pokok selain batang dan daun yang ada pada tumbuhan yang tumbuh menuju dalam tanah, akar akan menjauh dari cahaya karna bertugas untuk menyerap air.

7.3.1 Ciri-Ciri Umum Akar

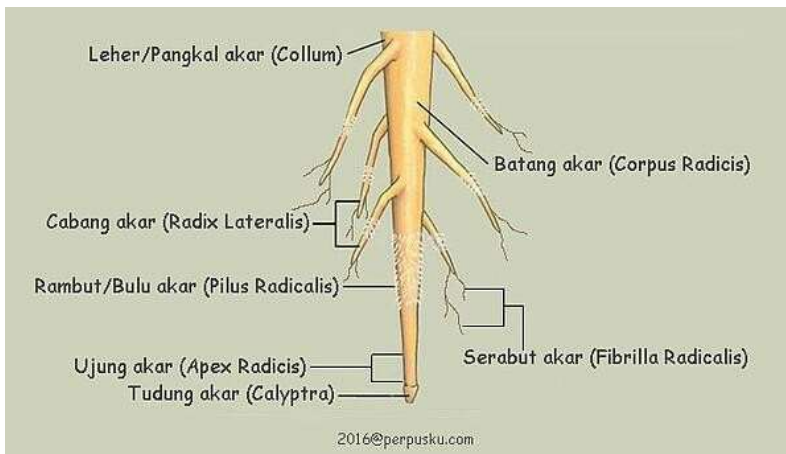
Adapun ciri atau karakter dari akar antara lain:

1. Akar umumnya berada di dalam tanah dan bersifat ; *Geotropic* yaitu mengarah ke dalam tanah, *Phototropic* yaitu menjauhi cahaya, *Hygrotropic* yaitu mengarah ke sumber air.
2. Tidak berwarna hijau.
3. Tidak memiliki nodus dan internodus.
4. Memiliki rambut-rambut akar yang bersifat uniseluler.

7.3.2 Morfologi Akar

Akar terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. **Leher akar**, yaitu bagian akar yang bersambungan langsung dengan pangkal batang.
2. **Ujung akar**, yaitu bagian akar termuda meliputi jaringan meristem.
3. **Batang akar**, yaitu bagian yang terdapat di antara leher akar dan ujung akar.
4. **Cabang-cabang akar**, yaitu bagian akar yang keluar dari akar pokok.
5. **Serabut akar**, yaitu cabang-cabang akar halus dan berbentuk serabut.
6. **Rambut-rambut akar**, yaitu penonjolan sel-sel kulit luar (epidermis) yang sesungguhnya.
7. **Tudung akar (kaliptra)**, yaitu bagian akar yang letaknya paling ujung berfungsi sebagai pelindung ujung akar yang muda.



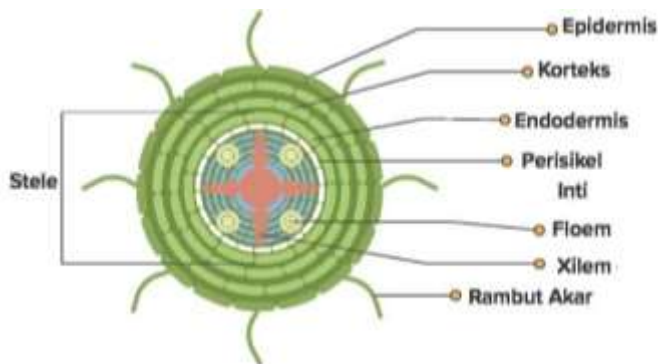
Gambar 7.2. Bagian-Bagian Akar
(Sumber : Anonim, Perpustakaan)

7.3.3 Anatomi Akar

Tudung akar terdiri dari sel-sel parenkim yang selalu membelah. Pada tudung akar terdapat daerah pemanjangan yaitu kumpulan sel-sel besar yang memanjang di belakang titik tumbuh

meristem. Pada bagian belakang terdapat sel-sel yang berdiferensiasi membentuk protoderm (jaringan yang akan menjadi epidemis) dan prokambium (jaringan yang akan menjadi stele), bagian tersebut disebut daerah diferensiasi.

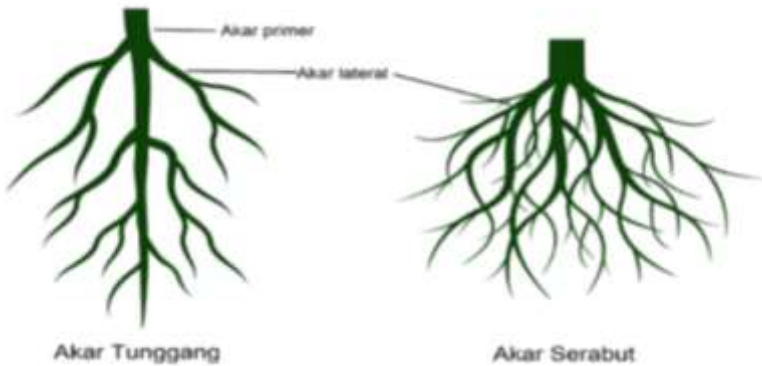
1. **Epidermis**, atau dikenal dengan bagian terluar dari akar, epidermis ini tersusun dari sel sel yang rapat antara satu dengan yang lainnya, memiliki dinding yang tipis, memanjang dengan sejajar pada sumbu akar, tidak memiliki ruang antar sel.
2. **Korteks**, disusun oleh jaringan parenkim terdapat sedikit jaringan penguat.
3. **Stele**, merupakan bagian yang terdapat dalam akar yang letaknya paling dalam, posisi nya terletak di sebelah bagian dalam endodermis. Pada stele terdapat beberapa jaringan didalam nya, yaitu jaringan perisikel, berkas vaskuler atau berkas pengangkut dan terdapat empelur.
4. **Perisikel**, Perisikel atau bagian terluar dari stele merupakan perkembangan dari sel sel perisikel dengan posisi letaknya sejajar dengan xylem, dan sel tersebut dapat berubah menjadi jaringan meristem.
5. **Berkas vaskuler**, sering juga disebut pembuluh angkut yang meliputi xylem dan floem.
6. **Empulur**, adalah jaringan parenkim yang terletak di antara berkas vaskuler pada daerah stele.



Gambar 7.3. Anatomi akar
(Sumber : Roboguru by Ruang Guru)

7.3.4 Sistem Perakaran

Akar pada tumbuhan memiliki Sistem Perakaran yaitu akar tunggang dan akar serabut. Akar tunggang yaitu akar lembaga yang tumbuh terus menjadi akar utama dan memiliki cabang-cabang lebih kecil. Berikutnya akar serabut yaitu akar lembaga yang dalam perkembangan selanjutnya tidak berkembang, tetapi pada pangkal batang keluar akar yang banyak dengan ukuran relatif sama.



Gambar 7.4. Sistem perakaran tunggang dan serabut
(Sumber : Angreni Beaktris Liunokas & Agsen H, Karakteristik Morfologi Tumbuhan)

7.4 Batang

Batang (*caulis*) adalah bagian tumbuhan setelah akar yang merupakan sumbu tumbuhan karena, seluruh bagian tumbuhan bertumpu pada batang salah satunya daun. Batang tumbuhan terdapat tempat munculnya batang yang di sebut dengan buku (nodus) atau tempat melekatnya daun dan jarak antar buku satu dengan buku yang lainnya di sebut dengan internodus. Macam-macam batang yaitu batang dikotil, monokotil, dan gymnospermae. Batang berfungsi untuk menyalurkan makanan, menopang bagian organ tumbuhan, menyimpan cadangan makanan, jalan pengangkut hasil fotosintesis dari bagian atas ke seluruh tubuh (organ) tumbuhan.

7.4.1 Ciri-Ciri Umum Batang

Adapun ciri atau karakter dari akar antara lain:

1. Berbentuk Panjang dan silinders
2. Memiliki nodus dan internodus
3. Umunya tidak berwarna hijau, kecuali batang pada tumbuhan yang umurnya pendek, seperti rumput

7.4.2 Anatomi Batang

Batang tersusun atas epidermis, korteks, dan stele. Pada batang juga terdapat berkas pengangkut yaitu xylem dan floem.

1. Epidermis

Epidermis merupakan jaringan terluar pada batang dan jaringan hidup. Epidermis tersusun dari sebuah sel yang rapat dan mempunyai katikula.

2. Korteks

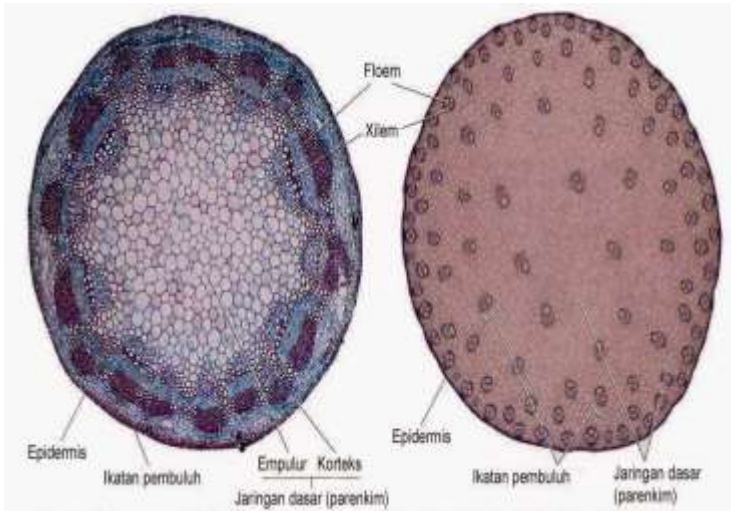
Korteks merupakan suatu tempat terbentuknya silindirs. Korteks tersusun atas parenkim dan kolenkim. Pada beberapa jenis batang yang memilki klorenki (kolenkim yang memiliki kloroplas).

3. Stele

Stele terdiri dari jaringan dan berkas-berkas pengangkut, empelur, perikambium, dan jari-jari empelur untuk tumbuhan tertentu.

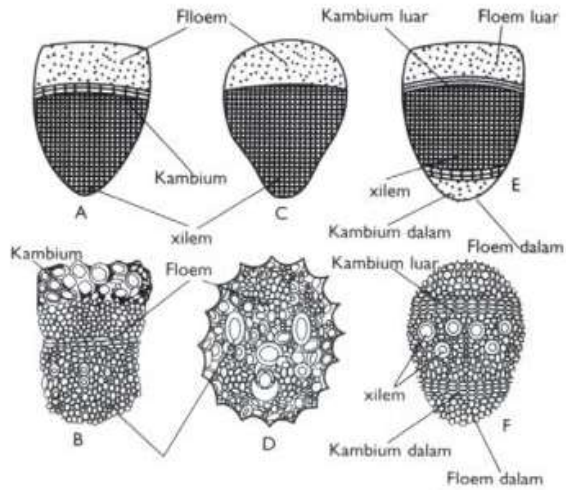
a. Berkas Pengangkut

Berkas pengangkut bagian pertama dari silinder pusat. Berkas pengangkut terdiri dari xylem dan floem. Xylem adalah jaringan pengangkut tumbuhan yang berfungsi untuk membawa air dan garam mineral, dari akar sampai menuju daun. Sedangkan floem berfungsi untuk membawa, dan mendistribusikan hasil fotosintesis, dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.



Gambar 7.5. Batang berkas pengangkut
(Sumber : Kompasiana)

Letak xylem dan floem pada tumbuhan sangat bervariasi dengan kata lain ada beberapa jenis-jenis berkas pengangkut yaitu berkas kolateral dimana letak xylem dan floemnya berdampingan. Berkas kolateral terbagi menjadi dua yaitu tertutup dan terbuka. Berkas kolateral terbuka xylem dan floemnya berdampingan dan terdapat kambium, sedangkan berkas kolateral tertutup tidak memiliki kambium. Berkas bikolateral, xylem diapit oleh floem luar dan floem dalam. Pembatas antara xylem floem luar adalah kambium sedangkan pada xylem dan floem dalam parenkim penghubung.



Gambar 7.6. A,B berkas koleteral terbuka, C,D berkas koleteral tertutup, E,F berkas bikoateral.
(Sumber : Biomagz)

b. Empelur

Empelur adalah bagian kedua dari silinders pusat. Tersusun oleh jaringan parenkim. Empelur adalah tempat menyimpan cadangan makanan.

c. Perikambium

Perikambium disebut juga dengan perisikel. Perisikel yaitu lapisan terluar dari silinder pusat yang memiliki sifat meristematis terdiri dari sel-sel yang aktif membelah. Perisikel berperan dalam pertumbuhan sekunder dan menghasilkan akar lateral.

7.5 Daun

Daun merupakan bagian dari tumbuhan yang tumbuh berhelai-helai pada bagian ranting dan juga pada batang yang berfungsi sebagai alat yang membantu pernapasan pada tumbuhan dan membantu tumbuhan dalam mengolah zat makanan. Pengolahan zat makanan pada tumbuhan dapat terjadi karna adanya daun, karna daun memiliki klorofil yang membantu daun agar dapat melakukan fotosintesis. Sebagai penguapan air (transpirasi) dan pernafasan pada tumbuhan.

7.5.1 Ciri-Ciri Umum Daun

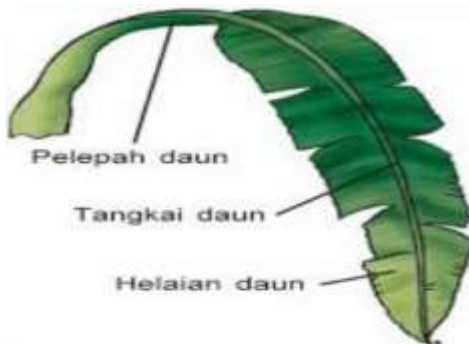
Adapun ciri atau karakter dari daun antara lain :

1. Daun pada umumnya berbentuk pipih dan lebar,
2. Daun memiliki tiga bagian utama (pangkal daun, tangkai daun, dan lamina daun), Selain itu, daun memiliki dua pertumbuhan lateral pada pangkal daun, yang disebut stipula,
3. Memiliki klorofil yang menghasilkan zat warna hijau,

7.5.2 Bagian-Bagian Daun

Daun yang lengkap memiliki bagian-bagian sebagai berikut :

1. **Pelepah daun (*vagina*)**, merupakan bagian daun yang memeluk batang. Bagian ini memiliki fungsi sebagai pelindung kuncup yang masih muda, dan memberi kekuatan pada batang tanaman.
2. **Tangkai daun (*petiolus*)**, yaitu bagian daun yang bertugas untuk menempatkan helaian daun pada posisi sedemikian rupa, sehingga dapat memperoleh cahaya matahari yang sebanyak-banyaknya. Umumnya tangkai daun berbentuk silinder dengan sisi atas agak pipih dan menebal pada pangkalnya.
3. **Helaian daun (*lamina*)**, merupakan bagian lembaran yang menarik perhatian. Helaian daun memiliki tulang daun yang tersusun oleh sel-sel seludang pembuluh.

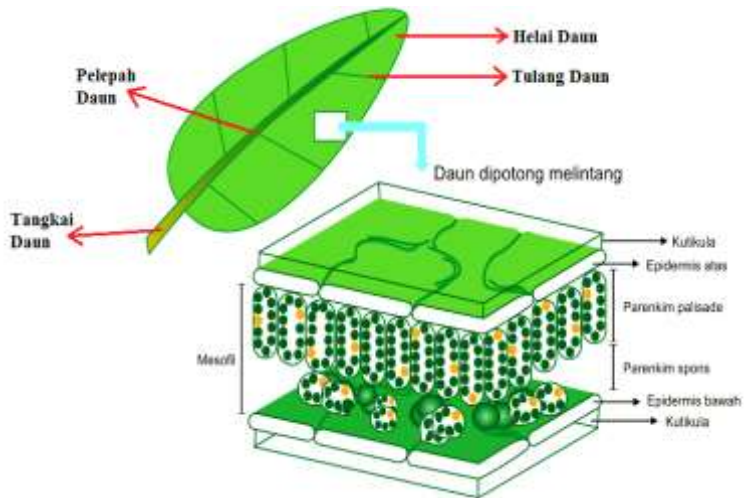


Gambar 7.7. Bagian-bagian daun
(Sumber : Gurusiana)

4. Anatomi Daun

Jaringan pada daun dapat dibedakan ke dalam jaringan epidermis, mesofil, dan tulang daun.

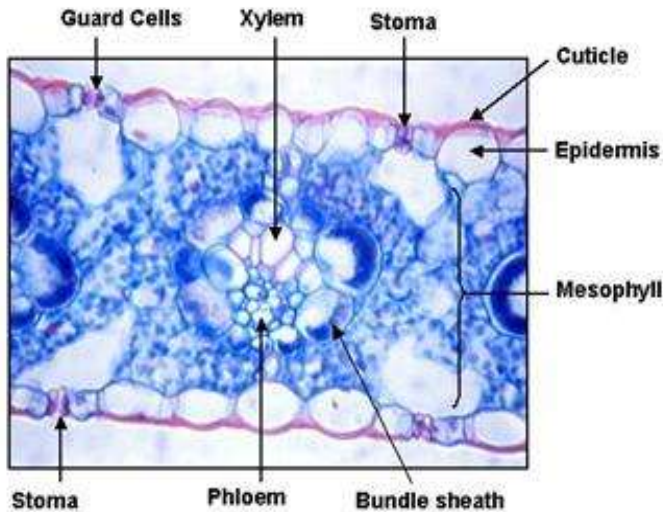
- a. **Epidermis**, Lapisan terluar daun adalah jaringan epidermis daun, yang terdiri dari lapisan sel yang berjarak berdekatan. Satu lapisan sel (uniseriate) atau beberapa lapisan sel (multiseriate) dapat membentuk jaringan epidermis daun. Untuk memperlambat proses penguapan, epidermis daun bersentuhan langsung dengan udara. udara (transpirasi), setelah itu lapisan kutikula ada di lapisan epidermis. Epidermis pada tumbuhan tertentu mungkin memiliki lapisan lilin yang menutupinya.



Gambar 7.8. Struktur bagian anatomi daun
(Sumber : www.siswapedia.com)

- b. **Mesofil**, jaringan yang terdapat di daun selain epidermis dan tulang daun. Dinamakan mesofil karena terletak di bagian tengah, antara epidermis atas dan epidermis bawah. Pada tumbuhan tertentu, misalnya pada daun jagung, mesofil terdiri dari jaringan parenkima berklorofil yang sama bentuknya (klorenkima).

- c. **Tulang Daun**, Terdiri dari jaringan xilem dan floem. Xilem terletak dibagian atas, sedangkan floem terletak di bagian bawah. Xilem mengangkut garam terlarut, dan air yang akan digunakan untuk fotosintesis, sedangkan floem berfungsi mengangkut hasil proses fotosintesis. Terdapat selubung pembuluh (bundle sheath) di urat daun. Selubung pembuluh darah yang mengandung klorofil menyelubungi urat-urat pada daun tanaman C₄ (misalnya jagung), sedangkan pada tanaman C₃ tidak terdapat klorofil pada pembuluh darahnya. Sel bulliform besar yang ditemukan di lapisan epidermis atas daun jagung berkontribusi pada mekanisme penggulungan daun, yang menurunkan penguapan air..



Gambar 7.9. Penampang melintang daun jagung (*Zea mays*)
(Sumber : Winanda)

7.6 Buah (*Fructus*)

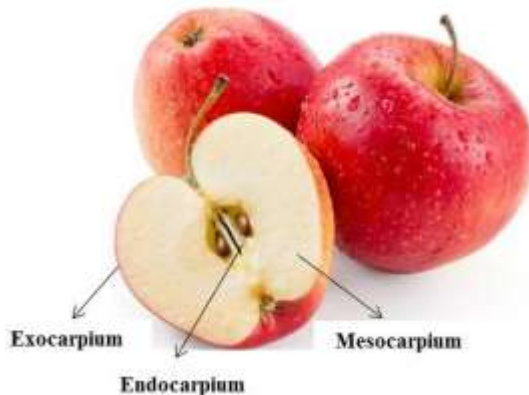
Buah merupakan bagian tumbuhan yang terbentuk dari hasil penyerbukan benang sari jatuh ke putik sehingga terjadi peristiwa pembuahan. Bakal buah (*ovarium*) selanjutnya berkembang menjadi buah. Pada peristiwa tertentu, buah dapat berkembang tanpa terjadinya persarian dan pembuahan sehingga tumbuhan

tidak memiliki biji atau memiliki biji tetapi tanpa lembaga (embrio). Peristiwa seperti itu disebut patenokarpi (parthenocarpy).

7.6.1 Morfologi dan Anatomi Buah

Bagian buah terdiri dari kulit buah (*pericarpium*) dan biji (*semen*). Pericarpium kemudian terdiferensiasi menjadi 3 lapisan :

1. **Exocarpium (lapisan luar)**, lapisan tipis kuat dan kaku yang berasal dari epidermis luar dinding buah.
2. **Mesocarpium**, lapisan tengah biasanya tebal berdaging, berasal dari epidermis dalam dinding ovarium yang disebut daging buah.
3. **Endocarpium**, lapisan paling dalam yang keras dan menjadi pembatas ruang yang mengandung biji dan banyak terdapat sel baru.



Gambar 7.10. Bagian-bagian buah
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

7.6.2 Penggolongan Buah

Tumbuhan umumnya memiliki buah yang dibedakan atas 2 golongan yaitu :

1. **Buah sejati atau buah sungguh**, yaitu buah yang terbentuk dari bakal buah. Buah sejati terbagi atas buah sejati tunggal, buah sejati ganda dan buah sejati majemuk.
2. **Buah semu atau buah tertutup**, yaitu buah yang terbentuk dari dari bakal buah beserta bagian-bagian lain pada bunga.

Buah semu terbagi atas buah semu tunggal, buah semu ganda dan buah semu majemuk.

7.5 Biji (Semen)

Biji merupakan perkembangan lebih lanjut dari bakal biji yang sudah dibuahi yang nantinya berfungsi sebagai alat perkembangbiakan. Biji merupakan bagian dari buah yang terbentuk setelah terjadi penyerbukan dan pembuahan pada tanaman berbunga. Biji atau semen merupakan bakal biji yang berasal dari tumbuhan berbunga yang telah matang. Biji atau biasa di sebut embrio pada proses perkembangbiakan pada tumbuhan ditutupi atau dilindungi oleh lapisan pelindung di bagian luar

Biji memiliki fungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan bagi tumbuhan. Selain cadangan makanan juga berfungsi sebagai alat perkembangbiakan untuk memperbanyak individu tumbuhan.

7.5.1 Struktur Morfologi dan Anatomi Biji

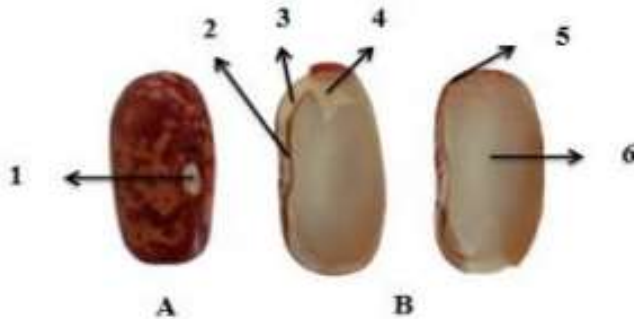
1. Kulit Biji (*spermodermis*), pada tumbuhan biji tertutup (*Angiospermae*) terdapat dua lapisan kulit biji, sebagai berikut:

a. Lapisan kulit luar (*testa*)

Lapisan ini merupakan lapisan tipis yang kaku seperti kulit, namun ada juga yang keras seperti kayu, dapat berwarna merah, biru, kehijauan, pirang, permukaannya ada yang licin atau keriput.

b. Lapisan kulit dalam (*integumen*)

Lapisan ini dinamakan kulit ari karena memiliki struktur yang tipis seperti selaput.



Gambar 7.11. Morfologi biji pada *Phaseolus vulgaris* L.; (A) tampak luar, (B) embrio beserta, (1) hilus, (2) akar lembaga (radicula), (3) batang lembaga (cauliculus), (4) plumula, (5) lapisan kulit luar (testa), (6) inti biji
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pada tumbuhan biji terbuka (Gymnospermae) terdapat 3 lapisan kulit biji yaitu sebagai berikut:

- a. Kulit luar (*sarcotesta*), tekstur tebal berdaging, seringkali berwarna hijau pada waktu muda dan akan berubah menjadi kuning kemudian memerah.
 - b. Kulit tengah (*sclerotesta*), lapisan ini amat keras dan kuat.
 - c. Kulit dalam (*endotesta*), merupakan selaput yang tipis dan melekat pada inti biji.
2. **Tali pusar (*funiculus*)**, merupakan bagian biji yang menyerupai tangkai yang menghubungkan biji dengan tembuni (*placenta*).
 3. **Inti biji (*nucleus seminis*)**, seluruh bagian biji yang terdapat di dalam kulit disebut dengan inti biji dan dikenal juga sebagai isi biji. Inti biji terbagi atas dua bagian yaitu lembaga (embrio) dan putik lembaga (albumen). Embrio akan tumbuh menjadi tumbuhan baru dengan tiga bagian utama, yaitu akar lembaga (radicula), daun lembaga (kotiledon), dan batang lembaga (cauliculus). Sedangkan putik lembaga terbagi menjadi dua yaitu putik lembaga dalam (endospermium) dan putik lembaga luar (perispermium).

DAFTAR PUSTAKA

- Beaktris Liunokas, Angreni & Agsen Hosanty S. Bilik. 2021. Karakteristik Morfologi Tumbuhan. Yogyakarta : Deepublish
- Tjitrosoepomo, G. 2001. Morfologi Tumbuhan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Indriyanto. 2012. Dendrologi (Suatu Teori dan Praktik Menyidik Pohon). Lampung : Lembaga Penelitian Universitas Lampung
- Firman Ali Rahman. 2022. Anatomi Tumbuhan. Lombok : CV Alfa Press.
- Hasanuddin & Mulyadi. 2018. Anatomi Tumbuhan. Banda Aceh : Syiah Kuala Press.
- Mutia Zahara & Nurlia Zahara. 2021. Morfologi Tumbuhan. Banda Aceh : UIN Press.
- LingkarKata. 2019. Buku Pintar Tumbuhan. Jakarta : PT. Gramedia.

BAB 8

SISTEM BUMI

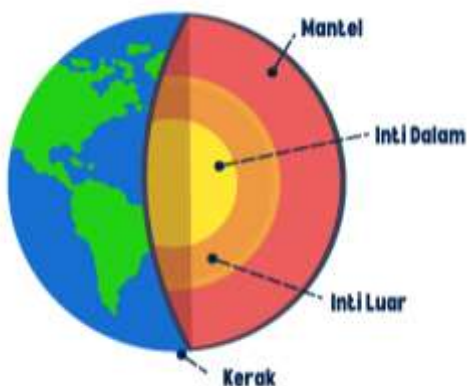
Oleh Ika Maulita

8.1 Pendahuluan

Halo, teman-teman! Pada pelajaran kali ini, kita akan mempelajari tentang "Sistem Bumi." Apa itu Sistem Bumi? Sistem Bumi adalah segala sesuatu yang terkait dengan planet tempat kita tinggal, yaitu Bumi. Kita akan belajar tentang bagian-bagian Bumi, peranannya, dan bagaimana semuanya bekerja bersama. Mari kita mulai!

8.2 Struktur Bumi

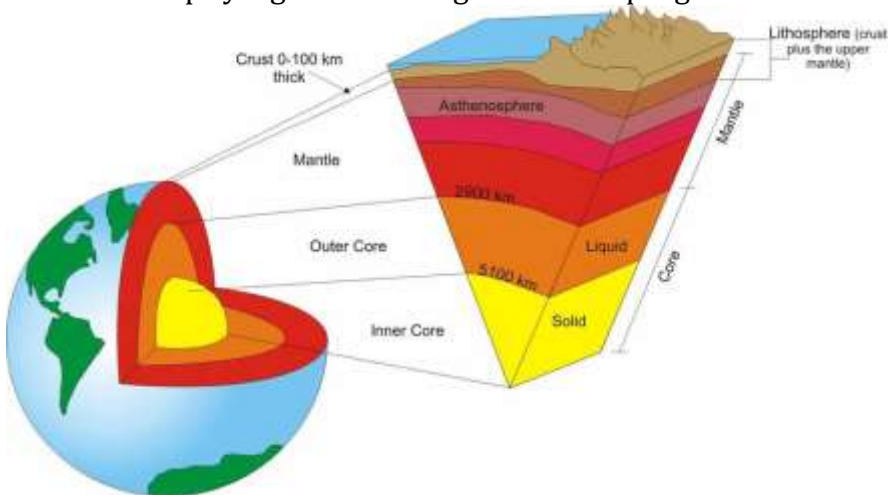
Struktur Bumi adalah susunan lapisan-lapisan yang membentuk planet tempat kita tinggal, yaitu Bumi. Struktur ini terdiri dari beberapa lapisan yang berbeda, masing-masing memiliki komposisi dan karakteristik unik. Secara umum, Bumi terdiri dari empat lapisan utama, yaitu litosfer, mantel, inti luar, dan inti dalam. Berikut adalah ilustrasi dan penjelasan tentang masing-masing lapisan dari planet Bumi.



Gambar 8.1. Struktur Bumi
(Sumber : Ilustrasi Pribadi)

8.2.1 Litosfer

Bagian terluar Bumi yang kita pijak. Tempat hidup bagi berbagai makhluk, termasuk manusia. Litosfer adalah lapisan terluar Bumi yang meliputi daratan dan dasar samudra. Lapisan ini memiliki ketebalan rata-rata sekitar 100 kilometer. Litosfer terdiri dari lempeng-lempeng tektonik yang bergerak sangat lambat dan membentuk apa yang disebut sebagai "teori lempeng tektonik."



Gambar 8.2. Ilustrasi Litosfer
(Sumber : Ruangguru)

Lempeng tektonik merupakan bagian-bagian besar dari litosfer yang terpecah-pecah seperti potongan puzzle. Pergerakan lempeng ini adalah penyebab utama gempa bumi, gunung berapi, dan pembentukan pegunungan. Di bawah laut, litosfer menyusun dasar samudra dan membentuk batas-batas benua.

8.2.2 Mantel

Lapisan selanjutnya adalah mantel bumi, yang memiliki ketebalan lebih besar daripada litosfer. Mantel adalah lapisan setebal sekitar 2.900 kilometer yang terletak di bawah litosfer. Lapisan ini mengandung batuan panas yang lunak, seperti magma dan batuan semi-padat. Mantel dibagi menjadi dua bagian, yaitu mantel atas (astenosfer) dan mantel bawah (mesosfer). Mantel atas memiliki susunan yang lebih lunak, sedangkan mantel bawah

memiliki susunan yang lebih padat. Pergerakan panas dalam mantel menciptakan konveksi mantel, yaitu aliran panas di dalam lapisan ini. Pergerakan ini ikut mempengaruhi pergerakan lempeng tektonik di litosfer.

8.2.3 Inti Luar

Lapisan cair yang mengelilingi inti dalam. Inti luar adalah lapisan cair yang terletak di luar inti dalam dan di bawah mantel. Lapisan ini memiliki ketebalan sekitar 2.200 kilometer dan terbuat dari campuran besi cair dan nikel. Pergerakan material cair dalam inti luar menciptakan medan magnet Bumi melalui efek dinamo. Medan magnet ini sangat penting karena melindungi Bumi dari angin surya berbahaya dan memungkinkan kompas untuk berfungsi.

8.2.4 Inti Dalam

Inti dalam adalah bagian terdalam Bumi, memiliki diameter sekitar 1.220 kilometer. Lapisan ini terbuat dari besi padat dan nikel yang sangat panas dan tekanannya sangat tinggi. Inti dalam adalah lapisan terpanas di Bumi. Meskipun inti dalam padat karena tekanan tinggi, suhu yang sangat tinggi menjaga material dalam keadaan cair. Perubahan suhu dan tekanan di inti dalam menyebabkan pergerakan yang lambat, tetapi berkontribusi pada pembentukan medan magnet Bumi.

8.3 Pelat Tektonik

Pelat tektonik adalah bagian dari litosfer yang terpecah menjadi beberapa lempeng besar. Lempeng-lempeng ini bergerak sangat lambat, dan pergerakan ini menyebabkan berbagai fenomena geologi, seperti gempa bumi dan gunung berapi. Konsep pelat tektonik adalah salah satu teori utama dalam geologi modern yang menjelaskan tentang pergerakan dan interaksi lapisan-lapisan Bumi.

8.3.1 Konsep Utama Pelat Tektonik

Teori pelat tektonik menyatakan bahwa litosfer Bumi terdiri dari beberapa lempeng besar yang melayang di atas mantel astenosfer (mantel atas) yang lebih lembek. Lempeng-lempeng ini

bergerak relatif terhadap satu sama lain karena adanya pergerakan mantel di bawahnya. Pergerakan ini dipicu oleh konveksi mantel, yaitu perpindahan panas di dalam mantel yang menyebabkan aliran panas dan material dalam.

8.3.2 Tipe Batas Lempeng Tektonik

Ada tiga tipe batas lempeng tektonik yang menyebabkan interaksi antara lempeng-lempeng tersebut, antara lain:

1. **Batas Divergen:**
Batas divergen terjadi ketika dua lempeng tektonik menjauh satu sama lain. Di dasar samudra, pembentukan batas divergen disebut "pusat penyebaran tengah samudra" (*mid-ocean ridges*), di mana magma dari mantel naik ke atas dan membentuk kerak samudra baru.
2. **Batas Konvergen:**
Ketika lempeng samudra bertemu lempeng benua, lempeng samudra akan tertekan ke bawah melalui proses yang disebut subduksi, membentuk palung samudra dan gunung berapi. Jika dua lempeng benua bertabrakan, ini dapat menyebabkan pembentukan pegunungan tinggi.
3. **Batas Transformasi:**
Batas transformasi terjadi ketika dua lempeng tektonik bergerak sejajar tetapi ke arah berlawanan. Pergerakan lempeng di sepanjang batas ini mengakibatkan gempa bumi.

8.3.3 Dampak Pelat Tektonik

Pergerakan lempeng tektonik memiliki banyak dampak dan konsekuensi bagi Bumi dan kehidupan di atasnya. Dampak yang bisa terjadi antara lain:

1. **Gempa Bumi**
Pergerakan lempeng tektonik menyebabkan gempa bumi saat lempeng bergerak atau tersangkut pada batas-batasnya.
2. **Gunung Berapi**
Lempeng tektonik yang bertabrakan menyebabkan erupsi gunung berapi di batas konvergen, di mana material mantel naik ke permukaan.

3. Pegunungan

Ketika dua lempeng benua bertabrakan, mereka dapat membentuk rangkaian pegunungan.

4. Perubahan Geografis

Pergerakan lempeng menyebabkan perubahan bentuk dan posisi benua dan samudra selama jutaan tahun.

5. Pusat Gempa

Aktivitas batas lempeng sering kali terjadi di sepanjang garis patahan, yang menjadi pusat gempa bumi yang sering.

8.3.4 Pentingnya Teori Pelat Tektonik

Teori pelat tektonik adalah salah satu teori paling penting dalam geologi karena membantu menjelaskan berbagai gejala geologi dan fenomena di Bumi, seperti pembentukan gunung, gempa bumi, dan aktivitas gunung berapi. Teori ini juga membantu ilmuwan memahami sejarah perubahan Bumi dan memprediksi potensi bencana geologi.

8.4 Atmosfer Bumi

Atmosfer Bumi adalah lapisan gas-gas yang mengelilingi planet kita. Lapisan ini sangat penting karena berfungsi melindungi dan mendukung kehidupan di Bumi. Atmosfer terdiri dari beberapa lapisan yang memiliki karakteristik dan fungsi yang berbeda. Berikut adalah lapisan-lapisan atmosfer Bumi dari yang terdekat dengan permukaan hingga yang terjauh:

8.4.1 Troposfer

Troposfer adalah lapisan atmosfer yang paling dekat dengan permukaan Bumi. Ketebalannya bervariasi dari sekitar 7 hingga 20 kilometer, tergantung pada lokasi geografisnya dan musim. Di troposfer, suhu cenderung menurun seiring dengan kenaikan ketinggian. Ini berarti suhu paling hangat berada di bagian bawah lapisan ini. Sebagian besar aktivitas cuaca dan iklim terjadi di troposfer, termasuk pembentukan awan, hujan, dan angin.

8.4.2 Stratosfer

Stratosfer terletak di atas troposfer dan berbatas pada ketinggian sekitar 50 kilometer di atas permukaan Bumi. Lapisan ini

berbeda dengan troposfer karena suhu cenderung naik seiring dengan kenaikan ketinggian. Penyebabnya adalah adanya ozonosfer, yaitu lapisan ozon yang menyerap radiasi ultraviolet (UV) dari Matahari dan menyebabkan peningkatan suhu di stratosfer.

8.4.3 Ozonosfer (Ozon Layer)

Ozonosfer adalah lapisan atmosfer khusus di stratosfer yang mengandung konsentrasi tinggi ozon (O_3). Ozon berfungsi sebagai "pelindung" bagi Bumi karena menyerap sebagian besar radiasi ultraviolet B (UVB) dan sebagian radiasi ultraviolet A (UVA) yang berbahaya dari Matahari. Ini melindungi kehidupan di Bumi dari paparan radiasi yang merusak kulit dan dapat menyebabkan kanker kulit dan masalah kesehatan lainnya.

8.4.4 Mesosfer

Mesosfer terletak di atas stratosfer dan berbatas pada ketinggian sekitar 85 kilometer di atas permukaan Bumi. Di mesosfer, suhu kembali menurun dengan kenaikan ketinggian, dan lapisan ini adalah salah satu dari beberapa lapisan atmosfer yang paling dingin.

8.4.5 Termosfer

Termosfer terletak di atas mesosfer dan berbatas pada ketinggian sekitar 500 kilometer di atas permukaan Bumi. Di termosfer, suhu kembali meningkat karena penyerapan radiasi ultraviolet dan sinar-X dari Matahari. Lapisan ini mengandung ion-ion bermuatan yang menyebabkan fenomena cahaya utara (aurora) di kutub Bumi.

8.4.6 Eksosfer

Eksosfer adalah lapisan atmosfer paling luar yang bertemu dengan ruang angkasa luar. Di eksosfer, partikel gas mulai bercampur dengan angkasa luar dan gravitasi Bumi tidak lagi efektif untuk mengikatnya. Atmosfer Bumi sangat penting karena berfungsi sebagai lapisan pelindung yang menyaring sebagian besar radiasi berbahaya dari Matahari dan menjaga suhu planet agar tetap stabil.

Selain itu, atmosfer juga memungkinkan terjadinya berbagai fenomena cuaca dan iklim yang mendukung kehidupan di Bumi.

Lapisan atmosfer bumi memiliki karakteristik masing-masing yang dapat dilihat secara singkat pada tabel di bawah ini;

Tabel 8.1. Lapisan Atmosfer Bumi

No.	Nama	Lokasi (km)	Karakteristik
1	Troposfer	0-20	tempat segala aktivitas segala cuaca
2	Stratosfer	20-50	tempat adanya lapisan ozon
3	Ozonosfer	15-35	tempat tinggi O ₃ yang melindungi Bumi dari UV B
4	Mesosfer	50-85	tempat bersuhu rendah dan terbakarnya meteor
5	Termosfer	85-500	tempat terjadinya aurora
6	Eksosfer	>500	tempat mengorbit satelit buatan

8.5 Hidrosfer

Hidrosfer adalah semua air yang ada di planet Bumi, dan mencakup berbagai bentuk seperti air di laut dan samudra, di danau dan sungai, serta dalam bentuk es dan gletser. Hidrosfer memegang peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi Bumi dan mendukung kehidupan. Air dihidrosfer juga mengikuti siklus yang kompleks yang dikenal sebagai siklus air, yang memungkinkan air berpindah dari satu tempat ke tempat lain di seluruh planet. Keberadaan hidrosfer juga memiliki dampak signifikan terhadap iklim Bumi dan membentuk pola cuaca yang kita alami setiap hari.

8.5.1 Lautan dan Samudra

Lautan dan samudra adalah komponen besar dari hidrosfer Bumi. Lautan menutupi sebagian besar permukaan planet kita dan memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung pada kedalamannya. Mereka menyediakan tempat tinggal bagi beragam makhluk hidup, dari ikan kecil hingga paus raksasa. Selain itu, laut

dan samudra juga berperan penting dalam mengatur iklim global dengan menyerap panas Matahari dan mempengaruhi pola aliran udara dan curah hujan di seluruh dunia.



Gambar 8.3. Kapal Nelayan di Samudera Hindia
(Sumber : Freepik)

8.5.2 Danau dan Sungai

Selain laut dan samudra, hidrosfer juga mencakup danau dan sungai. Danau adalah badan air tawar yang biasanya lebih kecil daripada laut dan memiliki ekosistem yang khas. Mereka dapat menjadi sumber air minum dan tempat rekreasi yang populer. Sungai, di sisi lain, adalah aliran air yang bergerak melalui daratan dan memainkan peran penting dalam membawa air ke laut dan mempengaruhi pola drainase sebuah wilayah.

8.5.3 Es dan Gletser

Es dan gletser adalah bentuk air dalam wujud padat yang ada di hidrosfer. Mereka terbentuk dari akumulasi lapisan air yang membeku di tempat-tempat yang sangat dingin, seperti kutub dan pegunungan tinggi. Es dan gletser memainkan peran penting dalam mengatur suhu global dengan memantulkan sebagian besar sinar Matahari kembali ke angkasa, sehingga mengurangi pemanasan planet.

8.5.4 Siklus Air

Siklus air adalah proses alami di mana air bergerak melalui berbagai fase dan tempat di Bumi, termasuk evaporasi, kondensasi, presipitasi, dan aliran permukaan. Siklus ini penting dalam menjaga suplai air bersih, mengisi danau dan sungai, serta menjaga kelembaban udara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman dan kehidupan lainnya.

8.5.5 Pentingnya Hidrosfer

Hidrosfer memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologi Bumi dan mendukung kehidupan. Selain itu, keberadaannya mempengaruhi iklim dan pola cuaca yang kita alami setiap hari. Oleh karena itu, pemahaman tentang hidrosfer dan bagaimana kita dapat menjaganya merupakan hal yang sangat penting dalam upaya kita untuk melestarikan planet ini.

8.6 Biosfer

Biosfer adalah wilayah di Bumi yang menampung semua bentuk kehidupan, termasuk manusia, hewan, tumbuhan, dan organisme lainnya. Ini adalah tempat di mana semua bentuk kehidupan berinteraksi dan saling bergantung satu sama lain. Biosfer sangat beragam, dengan berjuta-juta spesies yang beradaptasi dengan berbagai lingkungan di seluruh planet ini.

8.6.1 Kehidupan di Bumi

Kehidupan di Bumi memiliki sejarah yang sangat panjang dan berkembang dari bentuk sederhana menjadi bentuk yang semakin kompleks. Dari mikroba pertama yang muncul hingga mamalia yang kompleks, kehidupan telah mengisi berbagai ekosistem dan ekologi di seluruh dunia. Setiap spesies memiliki peran khusus dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan menjaga aliran energi dalam biosfer.

8.6.2 Ekosistem

Ekosistem adalah komunitas organisme hidup yang berinteraksi satu sama lain dan dengan lingkungan fisiknya. Mereka mencakup segala hal, mulai dari hutan hujan tropis yang lebat hingga padang rumput luas di sabana Afrika. Ekosistem memiliki

berbagai macam struktur dan fungsi, dan mereka adalah tempat di mana siklus materi dan aliran energi terjadi. Keberadaan ekosistem yang sehat sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan keanekaragaman kehidupan di Bumi.

8.6.3 Hubungan Antar Organisme

Di dalam ekosistem, organisme saling bergantung satu sama lain dalam berbagai cara. Ada hubungan predator-mangsa, simbiosis mutualisme, dan kompetisi untuk sumber daya. Interaksi antar organisme ini membentuk jaring makanan kompleks dan siklus nutrisi yang vital bagi kelangsungan hidup semua makhluk hidup di Bumi.

8.6.4 Peran Manusia dalam Biosfer

Manusia memiliki dampak besar terhadap biosfer Bumi. Aktivitas manusia, seperti pertanian, industri, dan urbanisasi, telah mengubah ekosistem, menghilangkan spesies, dan mengubah iklim global. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk memahami dampak kita pada biosfer dan mencari cara untuk berinteraksi dengan lingkungan secara lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

8.6.5 Konservasi Biosfer

Konservasi biosfer adalah upaya untuk melindungi keanekaragaman hayati Bumi dan menjaga ekosistem yang sehat. Hal ini termasuk pelestarian hutan, perlindungan spesies yang terancam punah, dan pengurangan polusi. Selain itu, edukasi dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya konservasi juga sangat penting agar kita dapat menjaga planet ini bagi generasi masa depan. Dengan menjaga biosfer, kita dapat memastikan bahwa kehidupan di Bumi tetap berkelanjutan dan beragam.



Gambar 8.4. Penangkaran Gajah di Pinnawala, Sri Lanka
(Sumber : Freepik)

8.7 Interaksi Sistem Bumi

Sistem Bumi terdiri dari berbagai komponen yang saling berinteraksi, dan pemahaman tentang interaksi ini membantu kita memahami bagaimana planet kita berfungsi sebagai satu kesatuan. Ada beberapa siklus utama yang terjadi dalam sistem Bumi, termasuk siklus batuan, siklus air, siklus karbon, dan siklus nitrogen. Selain itu, litosfer, hidrosfer, dan atmosfer juga saling berhubungan dan memengaruhi satu sama lain dalam berbagai cara.

8.7.1 Siklus Batuan

Siklus batuan adalah proses alami di mana batuan mengalami perubahan melalui erosi, pelapukan, pengangkutan, sedimen, dan pembentukan kembali menjadi batuan baru. Siklus batuan ini memerlukan waktu ratusan hingga jutaan tahun dan memainkan peran penting dalam membentuk permukaan Bumi dan menghasilkan mineral serta sumber daya alam.

8.7.2 Siklus Air

Siklus air adalah pergerakan air di seluruh planet, melalui proses penguapan, kondensasi, presipitasi, dan aliran permukaan. Siklus ini membawa air dari atmosfer ke daratan dan kembali ke laut dan samudra, memungkinkan kehidupan untuk berlangsung dan mendukung ekosistem di Bumi.

8.7.3 Siklus Karbon

Siklus karbon adalah pergerakan unsur karbon di antara atmosfer, litosfer, hidrosfer, dan biosfer. Karbon adalah komponen penting dalam molekul organik, dan siklus ini memainkan peran penting dalam mengatur iklim global dan keseimbangan ekologi Bumi.

8.7.4 Siklus Nitrogen

Siklus nitrogen adalah pergerakan unsur nitrogen di antara atmosfer, tanah, dan makhluk hidup. Nitrogen adalah komponen penting dalam asam amino dan DNA, sehingga siklus ini krusial dalam mendukung kehidupan. Proses-proses seperti fiksasi nitrogen oleh bakteri dan dekomposisi bahan organik adalah bagian dari siklus ini.

8.7.5 Hubungan Antara Litosfer, Hidrosfer, dan Atmosfer

Litosfer, hidrosfer, dan atmosfer saling berinteraksi dalam banyak cara. Contohnya, erosi litosfer dapat mempengaruhi kualitas air dalam hidrosfer, dan aktivitas vulkanik di litosfer dapat mempengaruhi atmosfer dengan melepaskan gas dan partikel. Memahami interaksi ini membantu kita dalam memahami dampak perubahan lingkungan terhadap seluruh sistem Bumi.

8.8 Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan adalah perubahan yang terjadi pada berbagai aspek lingkungan Bumi dan dapat memengaruhi kehidupan di planet ini. Beberapa perubahan lingkungan yang penting untuk dipahami termasuk perubahan iklim, pemanasan global, kepunahan spesies, polusi lingkungan, dan upaya pelestarian lingkungan.

8.8.1 Perubahan Iklim

Perubahan iklim adalah perubahan jangka panjang dalam pola cuaca global, yang dapat mengakibatkan peningkatan suhu rata-rata di Bumi. Hal ini dapat memiliki dampak besar pada ekosistem, cuaca, dan kesejahteraan manusia.

8.8.2 Pemanasan Global

Pemanasan global adalah salah satu aspek dari perubahan iklim, yang mengacu pada peningkatan suhu rata-rata Bumi. Ini disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca oleh aktivitas manusia dan dapat memiliki konsekuensi serius seperti kenaikan permukaan laut dan perubahan pola cuaca ekstrem.

8.8.3 Kepunahan Spesies

Kepunahan spesies adalah hilangnya spesies organisme dari planet kita. Hal ini sering kali disebabkan oleh perubahan lingkungan, habitat yang rusak, dan aktivitas manusia seperti perburuan liar.

8.8.4 Polusi Lingkungan

Polusi lingkungan adalah pencemaran lingkungan oleh limbah kimia, fisik, atau biologis yang merusak ekosistem dan kesehatan manusia. Polusi udara, air, dan tanah adalah masalah yang perlu diperhatikan.



Gambar 8.5. Polusi Udara dari Pabrik
(Sumber : Freepik)

8.8.5 Upaya Pelestarian Lingkungan

Upaya pelestarian lingkungan melibatkan langkah-langkah untuk melindungi dan melestarikan lingkungan Bumi. Ini termasuk pelestarian hutan, perlindungan spesies yang terancam punah, pengurangan polusi, dan pendidikan tentang pentingnya pelestarian lingkungan. Semua ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan ekologi dan keberlanjutan planet kita.

8.9 Kegiatan Manusia dan Sistem Bumi

Kegiatan manusia memiliki dampak besar terhadap sistem Bumi, termasuk pertanian dan kehutanan, pertambangan dan penggalian, industri dan polusi, pembangunan perkotaan, dan peran individu dalam pelestarian lingkungan.

8.9.1 Pertanian dan Kehutanan

Pertanian dan kehutanan adalah aktivitas manusia yang memengaruhi litosfer, hidrosfer, dan biosfer. Penggundulan hutan dan konversi lahan menjadi pertanian dapat menyebabkan kerusakan ekosistem dan hilangnya habitat alami.

8.9.2 Pertambangan dan Penggalian

Pertambangan dan penggalian sumber daya mineral dan bahan tambang memiliki dampak besar terhadap litosfer dan lingkungan sekitarnya. Hal ini dapat mengarah pada degradasi tanah, pencemaran air, dan kerusakan ekosistem.

8.9.3 Industri dan Polusi

Industri adalah salah satu penyebab utama polusi lingkungan, baik melalui emisi gas beracun maupun limbah industri. Pengelolaan limbah dan pengurangan emisi menjadi kunci dalam mengurangi dampak negatif industri pada lingkungan.

8.9.4 Pembangunan Perkotaan

Pembangunan perkotaan mempengaruhi ekosistem dan pola hidup manusia. Perkotaan harus memiliki sistem pembangunan berkelanjutan, pelestarian ruang terbuka, transportasi ramah lingkungan, dan pengelolaan limbah.

8.9.5 Peran Individu dalam Pelestarian Lingkungan

Peran individu dalam pelestarian lingkungan adalah kunci untuk menjaga keberlanjutan Bumi. Cara-cara kontribusi individu termasuk mengadopsi gaya hidup ramah lingkungan, meningkatkan kesadaran, berpartisipasi dalam program pelestarian, dan mendukung kebijakan pro-lingkungan. Kolaborasi dan tindakan individu diperlukan untuk menjaga Bumi untuk generasi masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dadi, Dedi S, dkk. 2017. *Pendalaman Buku Teks IPA Terpadu 1A SMP Kelas 7 Kurikulum 2013*. Jakarta: Yudhistira Ghalia Indonesia.
- Mulyadi. 2019. *Seri Sains Atmosfer*. Semarang: Alprin.
- Purwoko, dkk. 2016. *Exploring IPA 3 SMP Kelas 9 KTSP*. Jakarta: Yudhistira Ghalia Indonesia.
- Susilo, Budi. 2021. *Mengenal Iklim & Cuaca Di Indonesia*. Yogyakarta: Diva Press.
- Tim Maestro Genta. 2020. *Inti Materi Ilmu Pengetahuan Alam SMP Kelas 7,8,9*. Sidoarjo: Genta Group Production.

BAB 9

SISTEM ENERGI DAN SUMBER DAYA ALAM

Oleh Kurniati Abidin

9.1 Sistem Energi

Dalam fisika, energi merupakan kemampuan melakukan kerja atau usaha. Dalam Satuan Sistem Internasional (SI), energi memiliki satuan Joule (J), dimana Joule setara dengan usaha yang dilakukan oleh gaya satu Newton yang bekerja sejauh satu meter. Energi tersebut dapat berbentuk energi potensial, energi kinetik, energi termal, energi listrik, energi kimia, energi nuklir atau berbagai bentuk energi lainnya.



Gambar 9.1. Contoh perubahan bentuk energi potensial, menjadi energi kinetik lalu menjadi energi mekanik.

(Sumber : <https://cdn.britannica.com/22/166422-050-20C95F10/energy-things.jpg>)

Energi tersebut tidak dapat diciptakan serta tidak dapat dimusnahkan, melainkan hanya dapat diubah dari bentuk ke bentuk lainnya. Prinsip tersebut dikenal sebagai Hukum Kekekalan Energi atau Hukum Pertama Termodinamika. Misalnya, ketika sebuah benda meluncur menuruni bukit, energi potensial yang dimiliki kotak tersebut karena berada di ketinggian berubah menjadi energi kinetik (energi gerak). Saat benda melambat hingga berhenti karena

gesekan, energi kinetik dari gerakan benda berubah menjadi energi panas yang memanaskan benda. Berikut beberapa bentuk energi:

9.1.1 Energi Potensial

Suatu benda dapat menyimpan energi karena posisinya. Dalam kasus busur dan anak panah, ketika busur ditarik, ia menyimpan sejumlah energi, yang berubah menjadi energi kinetik ketika dilepaskan. Demikian pula dalam kasus pegas, ketika dipindahkan dari posisi setimbangnya, ia memperoleh sejumlah energi yang dapat diamati dalam bentuk tegangan yang dirasakan pada tangan saat meregangkannya. Energi Potensial dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk energi yang dihasilkan dari perubahan posisi atau keadaannya. Rumus energi potensial bergantung pada gaya yang bekerja pada kedua benda. Untuk gaya gravitasi, rumusnya adalah:

$$E_p = mgh$$

Dimana, m = massa (kg)

g = percepatan yang disebabkan gravitasi (m/s^2)

h = tinggi (m)

9.1.2 Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki suatu benda karena geraknya. Jika kita ingin mempercepat gerak suatu benda, maka kita harus memberikan gaya. Menerapkan gaya mengharuskan kita melakukan usaha. Setelah usaha dilakukan, energi telah ditransfer ke benda, dan benda akan bergerak dengan kecepatan konstan yang baru. Energi yang ditransfer dikenal sebagai energi kinetik, dan bergantung pada massa dan kecepatan yang dicapai.

Energi kinetik dapat ditransfer antar benda dan diubah menjadi energi jenis lain. Misalnya, tupai terbang mungkin bertabrakan dengan tupai yang tidak bergerak. Setelah tumbukan, sebagian energi kinetik awal tupai mungkin telah ditransfer ke tupai atau diubah menjadi bentuk energi lain.

Bagaimana cara menghitung energi kinetik?

Untuk menghitung energi kinetik, dimulai dengan mencari usaha W yang dilakukan oleh gaya F . Dalam contoh sederhana,

misalkan sebuah kotak bermassa m didorong sejauh d oleh gaya yang sejajar permukaan.

$$W = F \cdot d$$

$$W = m a d$$

Berdasarkan persamaan gerak kinematika, percepatan dapat diganti menggunakan kecepatan awal v_i dan kecepatan akhir v_f serta jaraknya

$$W = m d \frac{v_f^2 - v_i^2}{2d} = m \frac{v_f^2 - v_i^2}{2}$$

$$W = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

Sehingga, ketika kerja dilakukan pada sebuah benda, besaran $\frac{1}{2} m v^2$, disebut energi kinetik K .

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

Dengan kata lain, perubahan energi kinetik sama dengan total usaha yang dilakukan pada suatu benda atau sistem.

$$W_{TOTAL} = \Delta K$$

Hasil ini dikenal sebagai teorema usaha-energi dan berlaku secara umum, bahkan terhadap gaya-gaya yang berbeda arah dan besarnya. Hal ini penting dalam kekekalan energi dan gaya konservatif.

Ada beberapa hal menarik tentang energi kinetik yang dapat dilihat berdasarkan persamaan tersebut.

1. Energi kinetik bergantung pada kecepatan benda dikuadratkan. Artinya, ketika kecepatan suatu benda menjadi dua kali lipat, energi kinetiknya menjadi empat kali lipat. Suatu mobil yang melaju dengan kecepatan 60 km/jam memiliki energi kinetik empat kali lebih besar dibandingkan mobil serupa yang melaju dengan kecepatan 30 km/jam, dan oleh karena itu potensi kematian dan kehancuran empat kali lebih besar jika terjadi kecelakaan.
2. Energi kinetik harus selalu bernilai nol atau positif. Meskipun kecepatan dapat bernilai positif atau negatif, kuadrat kecepatan selalu positif.

3. Energi kinetik bukanlah vektor. Jadi bola tenis yang dilempar ke kanan dengan kecepatan 5 m/s mempunyai energi kinetik yang sama dengan energi kinetik bola tenis yang dilempar ke bawah dengan kecepatan 5 m/s .

9.1.3 Energi Termal

Energi termal adalah energi yang terkandung dalam suatu sistem yang terkait dengan suhu. Panas merupakan aliran energi termal. Termodinamika yang merupakan cabang ilmu fisika, berkaitan dengan bagaimana panas ditransfer antara sistem yang berbeda dan bagaimana kerja dilakukan.

Dalam konteks mekanika, energi termal memiliki peran dalam kekekalan energi. Hampir setiap transfer energi yang terjadi dalam sistem fisik, terjadi dengan efisiensi kurang dari 100% dan menghasilkan sejumlah energi termal tingkat rendah. Tingkat rendah berarti suhu yang mendekati suhu ruang. Kerja hanya dapat dilakukan jika terdapat perbedaan suhu, sehingga energi termal tingkat rendah merupakan “tahap akhir” dari transfer energi. Tidak ada lagi kerja yang dapat dilakukan, energinya “hilang ke lingkungan”.



Gambar 9.2. Seorang pria mendorong sebuah dengan gaya berlawanan dengan gaya gesek.

(Sumber : <https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-thermal-energy>)

Energi termal dapat dihasilkan dari gesekan. Perhatikan contoh seorang pria yang mendorong sebuah kotak melintasi lantai kasar dengan kecepatan konstan seperti pada gambar 9.2. Karen

gaya gesekan bersifat non-konservatif, usaha yang dilakukan tidak disimpan sebagai energi potensial. Semua usaha yang dilakukan oleh gaya gesekan menghasilkan perpindahan energi menjadi energi termal. Energi termal ini mengalir sebagai panas di antara kotak dan lantai, yang pada akhirnya meningkatkan suhu kedua benda tersebut.

Perubahan energi termal total, dapat dicari menggunakan usaha total yang dilakukan oleh gesekan pada saat orang mendorong kotak. Perlu diingat bahwa kotak tersebut bergerak dengan kecepatan konstan, yang berarti bahwa gaya gesekan dan gaya yang diberikan sama besarnya. Oleh karena itu, usaha yang dilakukan oleh kedua gaya ini juga sama.

Kerja yang dilakukan oleh gaya yang sejajar dengan gerak suatu benda yang bergerak menempuh jarak tertentu d :

$$W = F \cdot d$$

$$\Delta E_T = F_{gesek} \cdot d$$

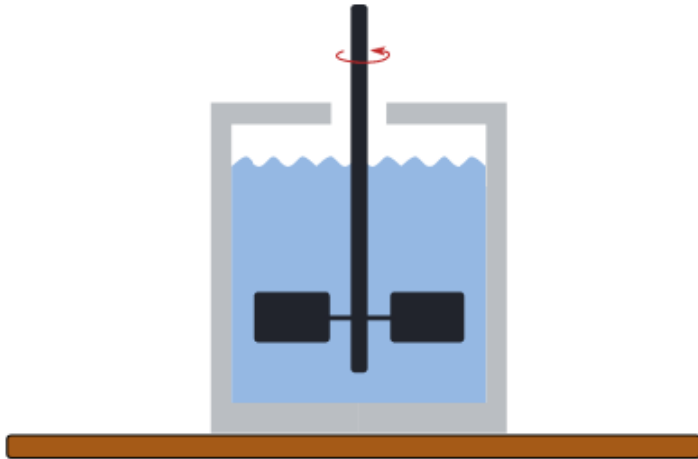
Jika koefisien gesekan kinetik μ_k , maka persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\Delta E_T = \mu_k F_n \cdot d$$

Energi termal juga dapat dihasilkan dari hambatan. Gaya tarik pada suatu benda yang bergerak akibat suatu fluida seperti udara atau air merupakan contoh lain gaya nonkonservatif. Ketika suatu benda bergerak melalui suatu fluida, sejumlah momentum ditransfer dan fluida tersebut bergerak. Jika benda berhenti bergerak, masih terdapat sisa gerak fluida yang akan berhenti setelah beberapa saat. Dalam hal ini gerakan fluida dalam skala besar pada akhirnya didistribusikan kembali menjadi banyak gerakan acak yang lebih kecil dari molekul-molekul dalam fluida. Gerakan ini disebabkan oleh peningkatan energi termal dalam sistem.

Gambar 9.3 menunjukkan sistem dimana tangki air terisolasi termal memiliki poros yang digantung di dalamnya. Dua dayung dipasang pada poros yang diatur untuk berputar pada porosnya. Dalam sistem ini, setiap usaha yang dilakukan dalam memutar poros menghasilkan perpindahan energi kinetik ke air. Jika gaya penggerak dihilangkan dari poros, setelah beberapa waktu masih terdapat sisa gerak. Namun, gerakan tersebut pada akhirnya akan mereda dan mengakibatkan peningkatan energi panas air.

Sistem tersebut mirip yang digunakan oleh James Prescott Joule (1818 – 1889) dalam menentukan hubungan antara energi mekanik dan panas. Yaitu dengan menggunakan roda dayung yang direndam dalam tangki minyak ikan paus dan digerakkan oleh beban yang jauh. Hal ini mengarah pada hukum kekekalan energi dan hukum termodinamika pertama.



Gambar 9.3. Roda dayung berputar dalam tangki air.

(Sumber : <https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-thermal-energy>)

9.2 Sumber Daya Alam

Sumber daya alam adalah bahan-bahan dari bumi yang digunakan untuk menunjang kehidupan dan memenuhi kebutuhan manusia. Bahan alami apapun yang digunakan manusia dapat dianggap sebagai sumber daya alam. Minyak, batu bara, gas alam, logam, batu dan pasir merupakan sumber daya alam. Sumber daya alam lainnya adalah udara, sinar matahari, tanah dan air. Hewan, burung, ikan dan tanaman juga merupakan sumber daya alam. Sumber daya alam seperti batu bara, gas alam, dan minyak merupakan sumber panas, penerangan dan listrik. Terkhusus sumber daya alam yang berkaitan dengan energi, sumber daya alam ini terbagi menjadi dua yaitu energi terbarukan dan energi tak terbarukan.

9.2.1 Energi2terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang jumlah energinya lebih besar dibandingkan energi yang dikonsumsi. Sinar matahari dan angin, merupakan sumber yang terus diperbarui. Sumber energi terbarukan berlimpah dan ada di sekitar kita.

Berikut beberapa sumber energi terbarukan:

1. Energi Matahari

Energi matahari merupakan sumber energi yang paling melimpah dan bahkan dapat dimanfaatkan dalam cuaca berawan. Laju penyerapan energi matahari oleh Bumi sekitar 10.000 kali lebih besar dibandingkan laju konsumsi energi oleh manusia

Teknologi tenaga surya dapat menghasilkan panas, pendinginan, penerangan alami, listrik, dan bahan bakar untuk sejumlah aplikasi. Teknologi surya mengubah sinar matahari menjadi energi listrik baik melalui fotovoltaik maupun melalui cermin yang memusatkan radiasi matahari.



Gambar 9.4. Ilustrasi panel surya.

(Sumber : <https://environment-indonesia.com/sejarah-sel-surya-bagaimana-teknologi-telah-berkembang/>)

2. Energi angin

Energi angin memanfaatkan energi kinetik udara yang bergerak dengan menggunakan turbin angin besar. Turbin

tersebut terletak di darat, di laut atau air tawar (lepas pantai). Untuk memaksimalkan listrik yang dihasilkan turbin, dilakukan dengan meletakkan turbin di tempat yang lebih tinggi dan diameter rotor yang lebih besar.

Meskipun kecepatan rata-rata angin sangat bervariasi menurut lokasi, potensi teknis energi angin dunia melebihi produksi listrik secara global, dan terdapat banyak potensi di sebagian besar wilayah di dunia untuk memungkinkan penerapan energi angin secara signifikan.



Gambar 9.5. Ilustrasi kincir angin.

(Sumber : <https://environment-indonesia.com/dampak-lingkungan-pembangkit-listrik-tenaga-angin/>)

3. Energi panas bumi

Energi panas bumi memanfaatkan energi panas yang dapat diakses dari interior bumi. Panas diambil dari reservoir panas bumi menggunakan sumur atau cara lain. Reservoir yang secara alami cukup panas dan permeabel disebut reservoir hidrotermal, sedangkan reservoir yang cukup panas namun ditingkatkan dengan stimulasi hidrolik disebut sistem panas bumi yang ditingkatkan.

Begitu sampai di permukaan, cairan dengan suhu berbeda dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Teknologi

pembangkit listrik dari reservoir hidrotermal dapat diandalkan dan telah beroperasi selama lebih dari 100 tahun.



Gambar 9.6. Ilustrasi tenaga nuklir.
(Sumber : dunia-energi.com)

4. Tenaga Air

Pembangkit listrik tenaga air memanfaatkan energi air yang bergerak dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Hal tersebut bisa dihasilkan dari waduk dan sungai. Pembangkit listrik tenaga air waduk mengandalkan air yang tersimpan di reservoir, sedangkan pembangkit listrik tenaga air sungai memanfaatkan energi dari aliran sungai yang tersedia. Waduk pembangkit listrik tenaga air memiliki banyak kegunaan, diantaranya menyediakan air minum, air untuk irigasi, pengendalian banjir dan kekeringan, layanan navigasi, serta pasokan energi.

Pembangkit listrik tenaga air saat ini merupakan sumber energi terbarukan terbesar. Hal ini bergantung pada pola curah hujan yang umumnya stabil, dan dapat terkena dampak negatif dari kekeringan yang disebabkan oleh iklim atau perubahan kosistem yang berdampak pada pola curah hujan.

Infrastruktur yang diperlukan untuk menciptakan pembangkit listrik tenaga air juga dapat berdampak buruk pada ekosistem. Karena alasan ini, banyak yang menganggap pembangkit listrik tenaga air skala kecil sebagai pilihan yang lebih ramah lingkungan, dan terutama cocok untuk masyarakat di lokasi terpencil.



Gambar 9.7. Ilustrasi pembangkit listrik tenaga air.

(Sumber : <https://indonesiare.co.id/en/article/mengenal-pembangkit-listrik-tenaga-air-plta>)

5. Energi Laut

Energi laut berasal dari teknologi yang menggunakan energi kinetik dan panas air laut, misalnya gelombang atau arus untuk menghasilkan listrik atau panas. Sistem energi laut dalam tahap awal pengembangan, dengan sejumlah prototipe perangkat gelombang dan arus pasang surut sedang dieksplorasi. Potensi teoritis energi laut jauh melebihi kebutuhan energi manusia saat ini.



Gambar 9.8. Ilustrasi pembangkit listrik tenaga arus laut.

(Sumber :

<https://www.antaranews.com/berita/2326702/masa-depan-energi-indonesia-ada-di-laut>)

6. Bioenergi

Bioenergi dihasilkan dari berbagai bahan organik, seperti biomassa, seperti kayu, arang, kotoran dan lainnya untuk menghasilkan panas dan listrik. Sistem biomassa modern mencakup tanaman atau pohon khusus, residu dari pertanian dan kehutanan, dan berbagai aliran limbah organik.

Energi yang dihasilkan dari pembakaran biomassa menghasilkan emisi gas rumah kaca, namun lebih rendah dari pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak atau gas. Namun, bioenergi sebaiknya hanya digunakan dalam penerapan terbatas, mengingat potensi dampak negatif terhadap lingkungan. Seperti perluasan hutan dan perkebunan bioenergi dalam skala besar, yang mengakibatkan deforestasi dan perubahan penggunaan lahan.



Gambar 9.9. Pembangkit listrik bioenergi.

(Sumber : <https://fakta.news/berita/empat-pembangkit-listrik-bioenergi-siap-beroperasi/2>)

9.2.2 Energi tak terbarukan

Energi tak terbarukan adalah energi dari sumber daya alam yang tidak dapat digantikan oleh sumber daya alam dengan cepat. Contohnya seperti bahan bakar fosil berbasis karbon. Bahan organik asli, melalui bantuan panas dan tekanan, menjadi bahan bakar seperti minyak atau gas. Mineral bumi dan bijih logam, bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi, gas alam) dan air tanah akuifer tertentu semuanya dianggap sebagai sumber energi tak terbarukan, meskipun unsur-unsurnya selalu dilestarikan (kecuali dalam reaksi nuklir, peluruhan nuklir, atau pelepasan atmosfer).

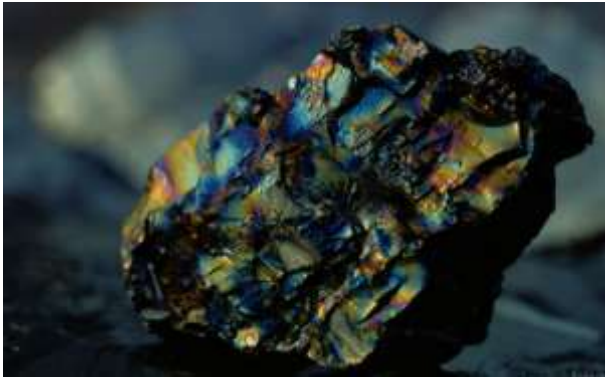
Ada empat jenis utama sumber energi tak terbarukan, yaitu minyak, gas alam, batu bara dan energi nuklir. Minyak, gas alam dan batu bara secara umum disebut bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil terbentuk di dalam bumi dari tumbuhan dan hewan yang mati selama jutaan tahun, oleh karena itu dinamakan bahan bakar “fosil”. Tumbuhan dan hewan yang mati tersebut ditemukan di lapisan batuan dan sedimen bawah tanah. Tekanan dan panas yang mengubah sisa-sisa tumbuhan dan hewan menjadi minyak mentah (juga dikenal dengan minyak bumi), batu bara, dan gas alam.

Tumbuhan dan hewan yang menjadi bahan bakar fosil hidup pada zaman yang disebut Zaman Karbon, sekitar 300 hingga 360 juta tahun yang lalu. Melalui proses fotosintesis, energi matahari

disimpan di jaringan tumbuhan, yang kemudian dikonsumsi hewan, menambah energi ke tubuhnya sendiri. Ketika bahan bakar fosil dibakar, energi yang terperangkap ini akan dilepaskan.

Minyak mentah adalah bahan bakar fosil cair yang sebagian besar digunakan untuk memproduksi bensin dan solar untuk kendaraan dan untuk pembuatan plastik. Hal tersebut ditemukan di bebatuan di bawah permukaan bumi dan dipompa keluar melalui sumur.

Gas alam banyak digunakan untuk memasak. Sebagian besar terdiri dari metana dan ditemukan di dekat cadangan minyak di bawah permukaan bumi. Gas alam dapat dipompa keluar melalui sumur yang sama yang digunakan untuk mengekstraksi minyak tanah.



Gambar 9.10.Batubara merupakan batuan sedimen berwarna hitam yang dapat dibakar untuk bahan bakar.

(Sumber :

<https://education.nationalgeographic.org/resource/coal/>)

Batubara adalah bahan bakar fosil yang digunakan untuk menghasilkan pembangkit listrik. Hal ini ditemukan di rawa-rawa fosil yang terkubur di bawah lapisan sedimen. Karena batubara berbentuk padat, maka batubara tidak dapat diekstraksi dengan cara yang sama seperti minyak mentah atau gas alam.

Saat ini, masyarakat sangat bergantung pada sumber energi tak terbarukan sebagai sumber energi utama. Sekitar 80% dari total energi yang digunakan secara global setiap tahunnya berasal dari bahan bakar fosil. (National Geographic, 2012). Kita bergantung

pada bahan bakar fosil karena kaya akan energi dan relatif murah untuk diproses. Namun masalah utama bahan bakar fosil, selain persediaannya yang terbatas, adalah pembakarannya akan melepaskan karbon dioksida ke atmosfer. Meningkatnya kadar karbon dioksida yang memerangkap panas di atmosfer adalah penyebab utama pemanasan global.



Gambar 9.11. Batubara dibakar untuk bahan bakar pembangkit listrik di Rock Springs, Wyoming, AS.

(Sumber : <https://www.britannica.com/science/fossil-fuel>)

Sumber energi alternatif atau sumber energi terbarukan yang dibahas sebelumnya, merupakan solusi yang memungkinkan untuk mengatasi menipisnya sumber daya tak terbarukan. Sumber energi tersebut bersih dan tersedia dalam jumlah yang tidak terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Coal*. (9 November 2023). Education.nationalgeographic.org
<https://education.nationalgeographic.org/resource/coal/>
- Energy*. (13 November 2023). Britannica.com <https://www.britannica.com/science/energy>
- Fossil Fuel*. (10 November 2023). Britannica.com <https://www.britannica.com/science/fossil-fuel>
- Nonrenewable Resources*. (10 November 2023). Education.nationalgeographic.org
<https://education.nationalgeographic.org/resource/nonrenewable-resources/>
- Potential Energy*. (12 November 2023). byjus.com <https://byjus.com/physics/potential-energy/>
- Wahono Widodo, dkk. 2017. *Ilmu Pengetahuan Alam*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud.
- What is kinetic energy*. (11 November 2023). khanacademy.org
<https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-kinetic-energy>
- What is renewable energy*. (11 November 2023). un.org
<https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>
- What is thermal energy*. (11 November 2023). khanacademy.org
<https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-thermal-energy>
- Yogi Goswami dan Frank Kreith. 2017. *Energy Conversion*. CRC Press

BAB 10

EKOLOGI DAN KONSERVASI

Oleh Jessica Elfani Bermuli

10.1 Pendahuluan

Bumi merupakan tempat bagi semua makhluk hidup untuk tinggal dan hidup. Bumi yang sehat akan memberikan dampak yang baik dan mendukung kehidupan seluruh makhluk hidup. Kesehatan bumi dapat dilihat dari jumlah dan beragamnya makhluk hidup yang hidup. Keragaman makhluk hidup biasanya disebut sebagai biodiversitas. Indonesia merupakan salah satu negara yang tercatat sebagai negara dengan jumlah keragaman biodiversitas yang cukup tinggi. Keragaman biodiversitas tersebut menjadikan Indonesia menyandang julukan sebagai negara megabiodiversitas (Ngakan, 2018; Bermuli, 2023; Setiadi et al., 2023).

Keragaman makhluk hidup yang hidup di Indonesia, tidak hanya tertentu dari jenis hewan dan tumbuhan saja. Tetapi juga jenis jamur dan mikroorganisme yang ada di alam. Keragaman makhluk hidup yang hidup dan berkembang di Indonesia disebabkan oleh letak Indonesia yang berada di garis khatulistiwa. Hal ini menyebabkan varian iklim yang cenderung hangat dan sangat menunjang kehidupan setiap makhluk hidup (Setiawan, 2022). Iklim tropis, muson dan laut yang ada di Indonesia menyebabkan tingginya keragaman makhluk hidup yang hidup dan berkembang biak di wilayah Indonesia. Iklim menunjukkan adanya hubungan yang terjadi di antara makhluk hidup dan lingkungannya. Hubungan tersebut biasanya dipelajari pada bidang Ekologi.

10.1.1 Pengertian Ekologi

Ekologi merupakan salah satu cabang Ilmu yang mempelajari mengenai hubungan atau relasi yang terjadi di antara makhluk hidup dan lingkungannya (Muliana *et al.*, 2023). Makhluk hidup di sini umumnya disebut sebagai biotik dan faktor lingkungan yang memengaruhi makhluk hidup biasanya disebut sebagai abiotik. Contoh abiotik adalah suhu, kecepatan angin, intensitas

cahaya, pH tanah, bebatuan, dan materi lainnya yang tidak hidup (Utina and Baderan, 2009). Ekologi adalah istilah yang pertama kali dikenalkan oleh ilmuwan asal Jerman, Ernst Haeckel pada tahun 1866 (Balasubramanian, 2019).

Ekologi memiliki akar bahasa yang membaginya menjadi kata "*oikos*" yang diartikan sebagai "rumah atau tempat tinggal" dan "*logos*" diartikan sebagai "ilmu ataupun buah dari penalaran yang diungkapkan dan ditimbang secara matang" (Susanto, 2017). Kata Ekologi berasal dari bahasa Yunani dan dapat dijabarkan sebagai ilmu yang berasal dari buah pemikiran yang telah dipertimbangkan secara matang untuk mempelajari relasi yang terjadi di antara semua makhluk hidup dengan tempat tinggalnya (Bermuli, 2023). Ekologi juga dipahami sebagai bagian dari Ilmu biologi yang terus berkembang dan dipahami sebagai ilmu yang menjelaskan mengenai hubungan antara makhluk hidup dan alam tempat tinggalnya (Susanto, 2017). Berdasarkan pendapat tersebut, diketahui bahwa Ekologi merupakan hasil dari perkembangan penalaran yang telah dipertimbangkan dengan matang mengenai relasi yang terjadi di antara makhluk hidup dan tempat tinggalnya.

10.1.2 Ruang Lingkup Ekologi dan Hubungannya dengan Ilmu Lain

Ekologi dulunya merupakan salah satu cabang Ilmu Biologi yang mempelajari makhluk hidup dengan lingkungannya. Seiring berjalannya waktu, permasalahan yang terjadi di lingkungan menyebabkan pemahaman masyarakat mengenai Ekologi menjadi berkembang. Ekologi kini dipandang sebagai dasar untuk melakukan pergerakan mengenai perubahan dan perbaikan lingkungan karena permasalahan lingkungan yang semakin meningkat (Utina and Baderan, 2009). Ekologi merupakan ilmu yang berkembang cukup pesat karena ilmunya harus berkembang mengikuti fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar. Ruang lingkup ekologi mencakup organisme, populasi, komunitas, ekosistem hingga biosfer (Maknun, 2017; Balasubramanian, 2019). Urutan ruang lingkup Ekologi dapat dilihat pada Gambar 10.1.



Gambar 100.1. Pengelompokkan bahan organik tanah

(sumber: [https://materiipa.com/wp-](https://materiipa.com/wp-content/uploads/2020/05/Pengertian-Ekologi-Komunitas.jpg)

[content/uploads/2020/05/Pengertian-Ekologi-Komunitas.jpg](https://materiipa.com/wp-content/uploads/2020/05/Pengertian-Ekologi-Komunitas.jpg))

Ruang lingkup terkecil yang ada di dunia dimulai dari organisme. Gambar 10.1 menunjukkan organisme atau yang biasa dikenal juga sebagai individu. Organisme terdiri dari satu jenis makhluk hidup. Kumpulan dari beberapa organisme yang sejenis akan membentuk suatu populasi. Kemudian kumpulan dari beberapa jenis populasi akan membentuk suatu komunitas. Ragam komunitas di suatu tempat yang sama akan membentuk ekosistem. Ekosistem ditunjukkan dengan interaksi antara semua komunitas makhluk hidup (biotik) dengan komponen abiotik di wilayah tersebut. merupakan dunia dapat disebut sebagai biosfer. Komponen makhluk hidup menjadi penentu ruang lingkup ekologi. Keberadaan dan keberlangsungan organisme di dalam suatu lingkungan dipengaruhi oleh iklim, tanah, unsur mineral dan juga kondisi curah hujan serta kelembapan yang menunjang keberagaman makhluk hidup yang ada di Indonesia (Setiawan, 2022).

Ekologi bukan hanya dipahami sebagai ilmu yang mempelajari interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya, tetapi juga sudah dianggap sebagai payung bagi ilmu lingkungan

karena pada saat mempelajari mengenai ekologi, maka kita juga akan mempelajari berbagai ilmu lainnya, seperti biologi, kimia, epidemiologi, geografi, demografi, *oceanography*, dan juga geologi (Plutynski, 2018). Bertemali dengan itu, Utina dan Baderan (2009) berpendapat bahwa saat mempelajari Ekologi, maka ilmu yang akan ikut dipelajari adalah Ilmu Kimia, Fisika, Pertanian, Kehutanan, Ilmu Gizi, Klimatologi, dan lain sebagainya di dalam Ekologi dibahas mengenai pencemaran hutan, pertumbuhan penduduk, permasalahan pada makanan, permasalahan pada penggunaan energi, kenaikan suhu bumi yang terjadi akibat *global warming* dan sebagainya.

Ilmu Ekologi juga mempelajari mengenai distribusi, proses adaptasi, dan hal lainnya yang berhubungan dengan keadaan alam sekitar. Di dalam mempelajari komponen tersebut, Ilmu Biologi yang ikut berperan adalah taksonomi, morfologi, fisiologi, hingga genetika. Kemudian, disiplin Ilmu lainnya yang ikut dipelajari, yaitu Klimatologi, Ilmu Tanah, Geologi, hingga Ilmu Fisika (Utina and Baderan, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa bidang Ilmu Ekologi dapat menjadi perantara bagi setiap disiplin Ilmu yang sama-sama berorientasi pada lingkungan.

10.1.3 Pembagian Ekologi

Ekologi umumnya sering dipahami sebagai Ilmu Lingkungan. Padahal pada prinsipnya, Ekologi dan Ilmu Lingkungan merupakan dua kajian yang berbeda meskipun terlihat cukup mirip. Ekologi pada dasarnya dibagi menjadi beberapa bagian. Ekologi menjadi bagian keilmuan yang penting di dalam kehidupan sehari-hari, dikarenakan Ilmu Ekologi mampu memberikan pemahaman kepada manusia untuk mempelajari lingkungan dan sekitarnya. Utina dan Baderan (2009) memaparkan bahwa Ekologi dapat dibagi menjadi autekologi dan sinekologi, yaitu bidang Ekologi yang mempelajari lebih dari satu jenis organisme yang hidup, sedangkan autekologi adalah bidang Ekologi yang membahas dan mempelajari Ilmu tentang satu jenis makhluk hidup. Sejalan dengan itu, autekologi (ekologi spesies) juga didefinisikan sebagai sebuah bidang Ekologi yang mengkaji interaksi di antara satu jenis makhluk hidup dengan makhluk hidup lainnya dan juga dengan lingkungannya sedangkan

sinekologi (Ekologi komunitas) adalah Ekologi yang mengkaji interaksi suatu spesies sebagai sebuah komunitas (Muliana *et al.*, 2023).

Bertemali dengan pendapat mengenai pembagian ekologi dilihat dari sisi autekologi dan sinekologi, Maknun (2017) berpendapat bahwa Ekologi dapat dijabarkan berdasarkan beberapa bagian, seperti berdasarkan bidang keilmuan, berdasarkan taksonomi, dan berdasarkan keperluan praktis. Selain itu, Juyal, Dhondiyal and Padalia (2022) berpendapat bahwa Ekologi memiliki beberapa percabangan, yaitu Ekologi berdasarkan tingkatan level organisme, ekologi berdasarkan tingkatan habitat atau ekosistemnya, serta ekologi berdasarkan Ekologi terapannya. Pandangan dan teori-teori tersebut menunjukkan bahwa Ekologi merupakan Ilmu yang tidak statis dan cenderung dinamis karena turut berkembang berdasarkan kondisi yang ada di alam sekitar.

Berikut adalah beberapa pemaparan para ahli mengenai pembagian dari Ilmu Ekologi. Maknun (2017) menuliskan bahwa Ekologi dapat dibagi menjadi tiga bagian besar, yaitu:

1. Berdasarkan keilmuan:
 - a. Autekologi
 - b. Sinekologi
2. Berdasarkan taksonomi:
 - a. Ekologi manusia
 - b. Ekologi tumbuhan
 - c. Ekologi hewan
 - d. Ekologi mikrobia
3. Berdasarkan keperluan praktis:
 - a. Ekologi air tawar
 - b. Ekologi laut
 - c. Ekologi daratan

Juyal, Dhondiyal, dan Padalia (2022) memaparkan bahwa cabang dari Ilmu Ekologi adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan tingkat organisme, dibagi menjadi autekologi, ekologi populasi, dan Ekologi komunitas.
2. Berdasarkan tingkat habitat atau ekosistem, dibagi menjadi:
 - a. Ekosistem terestrial:

- i. Ekologi hutan
 - ii. Ekologi padang rumput
 - iii. Ekologi gurun
 - iv. Ekologi lahan basah atau rawa
- b. Ekosistem akuatik:
 - i. *Marine ecology*
 - ii. *Lagoon ecology*
 - iii. *Estuarine ecology*
 - iv. *Fresh water ecology or Limnology*
- 3. Berdasarkan tingkat ekologi terapan dibagi menjadi:
 - a. Ekologi pertanian
 - b. *Phytosociology*
 - c. *Paleoecology*
 - d. *Conservation ecology*
 - e. *Cytoecology*
 - f. *Ecological energetic and production ecology*
 - g. *System ecology*
 - h. *Landscape ecology*
 - i. *Radiation ecology*
 - j. *Ecophysiology*
 - k. *Gene ecology*

Pembagian Ekologi yang telah disebutkan, dibagi berdasarkan spesifikasi dari masing-masing ranah dan hal yang dikaji di dalamnya. Dalam pembagian atau cabang pada ekologi, mengerucut pada wadah besar, yaitu Ekologi sebagai Ilmu yang mempelajari interaksi di antara *living material* atau makhluk hidup dan *non-living material* atau benda tak hidup. Interaksi tersebut dipelajari dan dikaji, agar manusia dapat memahami, mempelajari, serta dapat mengatasi fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya. Dengan mempelajari Ekologi, manusia dapat menentukan kegiatan konservasi yang tepat untuk dapat melestarikan makhluk hidup dan lingkungannya.

10.2 Konservasi

Ekologi sangat berkaitan erat dengan fenomena dan kondisi yang terjadi di lingkungan. Ekologi menjadi penentu bagi kegiatan konservasi yang akan dilakukan. Hal ini terjadi karena strategi yang diambil untuk bentuk konservasi tergantung pada bentuk dan prediksi yang ada pada ekologi populasi (Plutynski, 2018). Konservasi merupakan salah satu cara untuk mengantisipasi dan mengatasi masalah yang terjadi seperti perubahan iklim, menurunnya jumlah keanekaragaman hayati, polusi, pencemaran lingkungan, kerusakan alam hingga eksploitasi sumber daya. Dengan demikian, kegiatan konservasi dan Ekologi merupakan dua ilmu yang tidak dapat dipisahkan.

10.2.1 Definisi Konservasi

Konservasi merupakan kegiatan yang penting dan perlu untuk dikerjakan, mengingat kondisi lingkungan yang semakin menurun. Konservasi adalah kegiatan yang ditujukan untuk melindungi planet, melestarikan sumber daya alam dan meningkatkan kualitas hidup dari semua makhluk hidup (Juyal, Dhondiyal and Padalia, 2022). Sejalan dengan hal tersebut, Sodhi dan Ehrlich (2010) berpendapat bahwa konservasi berhubungan dengan kegiatan perlindungan hutan, dukungan terhadap hasil panen yang berkelanjutan, perlindungan satwa-satwa liar, pembuatan hipotesis keanekaragaman, hingga kegiatan stabilitas, restorasi ekologi, dan kesehatan ekosistem. Dengan demikian, biologi konservasi mengerucut pada kegiatan yang difokuskan pada keanekaragaman hayati dan cara untuk menjaganya.

Kegiatan konservasi sangat penting untuk dilakukan. Konservasi berhubungan dengan sumber daya alam yang menjadi rumah bagi seluruh makhluk hidup. Sanbrook (2015) memaparkan bahwa kegiatan konservasi haruslah berhubungan dengan kegiatan melindungi alam untuk kepentingan dan keberlangsungan dari alam itu sendiri. Bertemali dengan hal tersebut, kegiatan konservasi juga dijelaskan sebagai kegiatan memelihara dan melindungi sesuatu untuk dapat menahan laju kerusakan dan kemusnahannya (Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2016). Dengan demikian, dapat ditarik simpulan bahwa konservasi adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjaga, melindungi, dan melestarikan

keanekaragaman hayati sebagai upaya untuk keberlangsungan, keberlanjutan, dan pencegahan dari dampak kerusakan yang terjadi di sekitar kita.

Kegiatan konservasi umumnya dilakukan pada area yang terdampak akibat pencemaran, polusi dan juga kerusakan yang disengaja. Wilayah yang terdampak cukup besar umumnya berupa area hutan, perairan (tawar maupun laut), hingga area terbuka lainnya. Namun, kegiatan konservasi juga perlu dilakukan di berbagai area atau wilayah seperti wilayah kota sehingga konservasi tidak hanya dilakukan di wilayah hutan saja. Wuisang (2015) berpendapat bahwa konservasi juga perlu dilakukan di area kota agar keanekaragaman hayati yang ada di kota dapat terus ada dan berkelanjutan sehingga area kota dapat menjadi wilayah yang berwawasan. Hal ini dikarenakan, wilayah kota juga menjadi salah satu area yang terdampak akan permasalahan lingkungan, seperti polusi, masalah pencemaran, dan bahkan masalah perubahan iklim global. Dengan demikian, konservasi perlu dilakukan dan dilaksanakan di seluruh area yang ada di bumi demi menjaga keberlangsungan seluruh makhluk hidup dan lingkungan.

10.2.2 Ancaman terhadap Keanekaragaman Hayati

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan keanekaragaman hayati yang tinggi dan beragam. Kuspriyanto (2020) menjelaskan bahwa Indonesia memiliki sekitar 10% jenis flora yang ada di dunia, dengan rincian tumbuhan sebanyak 25.000 jenis, lumut dan ganggang sebanyak 35.000 jenis. Tidak hanya tumbuhan, 200.000 jenis serangga ada di Indonesia atau setara dengan 17% jenis serangga yang ada di bumi. Jenis ikan yang mencapai 4.000 jenis, 2.000 jenis burung, 1.000 jenis reptil dan amfibi (Kuspriyanto, 2020; Setiawan, 2022).

Indonesia termasuk negara dengan kekayaan biodiversitas yang tinggi. Indonesia memiliki dua wilayah yang disebut sebagai *hotspot* biodiversitas, yaitu Wallacea dan Sundaland, serta satu area dengan ekosistem yang terjaga, yaitu tanah Papua yang dikenal sebagai *High-biodiversity wilderness areas*. Sebutan itu menjadikan Papua dikenal sebagai wilayah yang masih asli dan liar dengan ekosistem yang utuh dan terjaga sehingga memiliki

keanekaragaman yang masih tinggi. Sayangnya, penurunan jumlah keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia juga cukup tinggi (Setiawan, 2022) akibat ancaman yang cukup besar.

Permasalahan yang terjadi di lingkungan saat ini, bukan hanya sekadar perubahan iklim akibat pemanasan global saja. Permasalahan yang terjadi di lingkungan, seperti degradasi lahan hutan, pembukaan lahan hutan dan alih fungsi lahan hutan menjadi lahan perkebunan ataupun pertanian, fragmentasi hutan, hingga kasus kebakaran hutan yang disengaja. Kegiatan perubahan dan perusakan yang terjadi di lingkungan sebagian besar dilakukan oleh manusia. Manusia yang telah diberi rasio untuk berpikir, seharusnya dapat bertanggung jawab dalam menjalankan mandat budaya, khususnya dalam menjaga dan merawat seluruh ciptaan dan seisi bumi. Namun, akibat keberdosaan manusia membuat setiap hal yang dilakukan manusia menjadi bergeser dari hal yang tepat menjadi salah.

Aktivitas dan kegiatan yang dilakukan manusia, lebih banyak dikerjakan demi kepentingan diri sendiri. Contohnya adalah pembukaan lahan hutan yang menyebabkan degradasi hutan. Juyal, Dhondiyal dan Padalia (2022) menjelaskan bahwa degradasi berarti:

1. *Loss of natural fertility of soil because of loss of nutrients.*
2. *Less vegetation cover.*
3. *Changes in climatic conditions because of unbalanced created in the environment.*
4. *Pollutions of water resources from the contamination of soil through which water sweeps into ground or runoff to the water bodies.*
5. *Any change or disturbance to the land perceived to be unfavorable or undesirable.*

Berdasarkan penjabaran dari Juyal, Dhondiyal dan Padalia (2022), diketahui bahwa degradasi hutan menyebabkan banyak sekali kerugian karena banyak unsur hara yang akan hilang sehingga menyebabkan kesuburan tanah menurun, berkurangnya tutupan tajuk dari suatu vegetasi, terjadinya perubahan iklim akibat

ketidakseimbangan lingkungan, terjadi pencemaran pada air yang dapat berimbas pada tanah karena air meresap ke dalam tanah, dan akhirnya terjadi perubahan dan gangguan pada lahan yang tidak diinginkan.

Selain itu, ancaman lainnya yang dapat mengancam keanekaragaman hayati, yaitu jumlah populasi manusia yang semakin banyak, menyebabkan hilangnya area hijau (Sutarno, 2015). Selain itu Sutarno (2015) juga memaparkan bahwa turunya jumlah keanekaragaman hayati diakibatkan beberapa hal, yaitu manusia yang terlalu konsumtif seperti *illegal fishing*, perubahan iklim, konversi hutan tropis menjadi pemukiman, eksploitasi yang berlebihan, masuknya spesies yang menginvasi di wilayah tertentu, hingga kerusakan alam yang menyebabkan hilangnya habitat dari spesies-spesies yang hidup di wilayah tersebut. Sejalan dengan itu, permasalahan akibat degradasi lahan, perburuan liar, perusakan habitat asli dari satwa, menimbulkan permasalahan pada rantai makanan (Setiadi *et al.*, 2023). Munculnya permasalahan tersebut menjadi cikal-bakal untuk tindakan yang tepat demi mengatasi permasalahan yang ada di sekitar kita. Salah satu tindakan yang diambil adalah konservasi.

10.2.3 Konservasi Spesies

Kegiatan konservasi spesies, umumnya dilakukan untuk melindungi dan mencegah kepunahan. Konservasi spesies dilakukan demi kesejahteraan dan generasi spesies yang lebih berkualitas (Utina and Baderan, 2009). Konservasi perlu dilakukan berdasarkan kebutuhan dari spesies tersebut dengan melihat unsur lingkungan dari satwanya (Kuspriyanto, 2020a). Konservasi menjadi suatu cara untuk dapat menahan laju penurunan jumlah keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia (Setiawan, 2022). Konservasi spesies dibagi menjadi dua tipe, yaitu konservasi secara *in-situ* dan konservasi secara *ex-situ* (Gambar 10.2). Kedua tipe konservasi ini diharapkan dapat menjadi solusi yang tepat bagi keberlangsungan makhluk hidup yang ada di bumi ini.



Gambar 100.2. Lembaga konservasi: *in-situ* dan *ex-situ*.

(sumber:

https://zuperscience.files.wordpress.com/2016/05/97379_155416.jpg?w=600)

1. Konservasi In-situ

Konservasi *in-situ* merupakan salah satu tipe konservasi yang dilakukan untuk mencegah kepunahan pada suatu jenis makhluk hidup. Kenyataan untuk tetap menjaga dan melestarikan adalah bentuk antisipasi yang dilakukan karena semakin banyaknya manusia yang mengambil tanpa memperdulikan hari esok (Ngakan, 2018). Oleh karena itu, diperlukan suatu cara untuk menjaga agar setiap makhluk hidup, termasuk flora, fauna, dan mikroorganisme lainnya dapat hidup dan tetap terjaga keberlangsungannya. Konservasi *in-situ* merupakan salah satu alternatif konservasi yang dilakukan di dalam habitat aslinya (Novita and Widiatedja, 2014a). Konservasi *in-situ* bertujuan untuk menjaga keutuhan, proses kehidupannya tetap berjalan secara alami dan keaslian jenis tumbuhan, satwa serta ekosistemnya secara alami melalui proses evaluasinya (Kuspriyanto, 2020a). Lebih lanjut dikatakan, bahwa konservasi *in-situ* dilakukan dalam beberapa bentuk, seperti adanya kawasan suaka alam yang meliputi suaka marga satwa dan cagar alam, lalu terdapat taman nasional dan lutan lindung yang menjadi zona inti dari konservasi (Kuspriyanto, 2020). Sejalan dengan itu, Novita dan

Widiatedja (2014) memaparkan bahwa bentuk-bentuk kawasan konservasi yang ada di Indonesia meliputi suaka alam seperti Cagar Alam dan Suaka Margasatwa, kawasan pelestarian alam seperti Taman Nasional, Taman Hutan Raya, dan Taman Wisata Alam. Tabel 10.1 merupakan bentuk-bentuk kawasan Konservasi *in-situ* yang ada di Indonesia.

Tabel 10.1. Beberapa bentuk kawasan Suaka Margasatwa yang ada di Indonesia.

No.	Nama Tempat	Lokasi
1	Rawa Singkil	Aceh
2	Gunung Leuser	Aceh
3	Pulau Rambut	DKI Jakarta
4	Muara Angke	DKI Jakarta
5	Pulau Bawean	Jawa Timur
6	Sermo	Kulon Progo
7	Pulau Baun	Maluku
8	Gunung Tambora Selatan	NTB
9	Dana Pulau Besar-Bawah	Riau
10	Tasik Belat	Riau
11	Bukit Batu	Riau
12	Lore Lindu	Sulawesi
13	Bentayan	Sumatera Selatan
14	Dangku	Sumatera Selatan
15	Barumun	Sumatera Utara

Sumber: <https://www.gramedia.com/literasi/suaka-margasatwa/> dan <https://lindungihutan.com/blog/sejarah-konservasi-di-indonesia/>.

Selain kawasan Suaka Margasatwa, Indonesia juga memiliki 54 Taman Nasional sebagai lahan area konservasi *in-situ* (Tabel. 10.2).

Tabel 10.2. Kawasan Taman Nasional yang ada di Indonesia.

Nama Tempat	Lokasi	Nama Tempat	Lokasi
Gunung Leuser	Aceh dan Sumatera Utara	Ujung Kulon	Banten
Berbak	Sumatera - Jambi	Kepulauan Seribu	DKI Jakarta
Bukit Duabelas	Sumatera - Jambi	Gunung Merapi	Jawa - DIY
Tesso Nilo	Sumatera - Riau	Gede Pangrango	Jawa Barat
Zamrud	Sumatera - Riau	Halimun Salak	Jawa Barat
Bukit Tigapuluh	Sumatera - Riau dan Jambi	Gunung Merbabu	Jawa Tengah
Siberut	Sumatera Barat	Karimunjawa	Jawa Tengah
Kerinci Seblat	Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, dan Sumatera Selatan	Alas Purwo	Jawa Timur
Sembilang	Sumatera Selatan	Baluran	Jawa Timur
Way Kambas	Sumatera Selatan - Lampung	Bromo Tengger Semeru	Jawa Timur
Bukit Barisan Selatan	Sumatera Selatan - Lampung, Bengkulu dan Sumatera Selatan	Meru Betiri	Jawa Timur
Batang Gadis	Sumatera Utara	Bali Barat	Bali
Betung	Kalimantan	Wasur	Papua

Nama Tempat	Lokasi	Nama Tempat	Lokasi
Kerihun	Barat		
Gunung Palung	Kalimantan Barat	Lorentz	Papua
Bukit Baka Bukit Raya	Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah	Teluk Cenerawasih	Papua dan Papua Barat
Tanjung Putting	Kalimantan Tengah	Bantimurung-Bulusaraung	Sulawesi Selatan
Sebangau	Kalimantan Tengah	Taka Bonerate	Sulawesi Selatan
Kutai	Kalimantan Timur	Kepulauan Togean	Sulawesi tengah
Kayan Mentarang	Kalimantan Utara	Wakatobi	Sulawesi Tenggara
Gunung Maras	Kepulauan Bangka Belitung	Rawa Aopa Watumohai	Sulawesi Tenggara
Manusela	Maluku	Bunaken	Sulawesi Utara
Aketajawe Loloabata	Maluku Utara	Manupeu Tanah Daru	NTT
Gunung Rinjani	NTB	Laiwangi Wanggameti	NTT
Komodo	NTT	Kelimutu	NTT

Sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_cagar_alam_di_Indonesia,
<https://www.gramedia.com/literasi/cagar-alam/> dan
<https://lindungihutan.com/blog/sejarah-konservasi-di-indonesia/>.

Indonesia juga memiliki 227 Cagar Alam yang menjadi area konservasi *in-situ* dan tersebar di seluruh Provinsi (Tabel. 10.3). Berikut 15 Cagar Alam yang mewakili 227 Cagar Alam tersebut.

Tabel 10.3. Kawasan Cagar Alam yang terdapat di negara Indonesia.

No.	Nama Tempat	Lokasi
1	Rafflesia Aceh-Serbojadi	Aceh Timur
2	Batu Ginurit	Labuhan Batu, Sumatera Utara
3	Liang Balik	Labuhan Batu, Sumatera Utara
4	Bungan Maskikim	Lahat, Sumatera Selatan
5	Arau Hilir	Pasanan, Sumatera Barat
6	Pulau Burung	Riau
7	Pulau Laut	Riau
8	Anak Krakatau	Selat Sunda, Lampung
9	Maninjau di Agam	Sumatera Barat
10	Rimbo Panti	Sumatera Barat
11	Lubuk Raya	Tapanuli Selatan
12	Kawah Ijen	Banyuwangi, Jawa Timur
13	Hutan Bakau Pantai Timur	Jambi
14	Karang Bolong	Jawa Tengah
15	Waigeo Barat	Raja Ampat, Papua Barat

Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_cagar_alam_di_Indonesia,
<https://www.gramedia.com/literasi/cagar-alam/> dan
<https://lindungihutan.com/blog/sejarah-konservasi-di-indonesia/>.

Selain wilayah konservasi *in-situ* untuk makhluk hidup darat, Indonesia juga memiliki 15 Taman Laut yang menjadi area konservasi bagi biota laut. Tabel 10.4 merupakan daftar Taman Laut yang ada di Indonesia.

Tabel 10.4. Kawasan Taman Laut yang berada di kawasan Indonesia.

No.	Nama Tempat	Lokasi
1	Pulau Tulamben	Bali
2	Pulau Komodo	NTT
3	Wakatobi	Sulawesi Tenggara
4	Kepulauan Derawan	Kalimantan Timur
5	Taman Laut Bunaken	Sulawesi Utara
6	Raja Ampat	Papua

Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_cagar_alam_di_Indonesia,
<https://www.gramedia.com/literasi/cagar-alam/> dan
<https://lindungihutan.com/blog/sejarah-konservasi-di-indonesia/>.

2. Konservasi *Ex-situ*

Konservasi *ex-situ* merupakan tipe konservasi yang dilakukan untuk melestarikan dan mengembangkan jenis flora dan fauna di luar habitat alaminya (Sumarto *et al.*, 2012) dengan cara pengumpulan jenis, pemeliharaan dan budidaya (penangkaran) (Kuspriyanto, 2020). Sejalan dengan itu, konservasi *ex-situ* juga dikatakan sebagai usaha yang dilakukan untuk melindungi flora dan fauna dari tempat aslinya dan diambil karena dianggap mengancam keberlangsungannya (Samsudewa and Pujaningsih, 2022). Upaya ini juga dapat dikatakan sebagai tindakan domestikasi tumbuhan sehingga pada akhirnya dapat dibudidayakan secara luas (Noorhidayah, Sidiyasa and Hajar, 2006). Konservasi *ex-situ* menjadi alternatif lain untuk dapat menjaga dan melestarikan setiap makhluk hidup dengan cara mengambil flora dan fauna dari habitat aslinya ke pusat penangkaran ataupun pusat budidaya.

Tujuan lainnya dari konservasi *eks-situ*, yaitu untuk menjamin keberadaan dari flora dan fauna dari kerusakan atau gangguan di habitat aslinya. Konservasi *ex-situ* juga dianggap salah satu tipe konservasi yang sebenarnya cukup sulit untuk dilakukan karena persentase keberhasilan budidaya tergolong rendah akibat faktor adaptasi dari masing-masing makhluk hidup terhadap lingkungan buatan yang cukup baru bagi setiap makhluk hidup tersebut (Kuspriyanto, 2020). Selain itu, kekurangan dari konservasi *ex-situ* adalah pengambilan materi genetik dari tanaman yang hendak dikonservasi tergolong sangat sempit jika dibandingkan dengan tanaman yang dikonservasi secara *in-situ*. Hal ini dikarenakan, jenis tanaman yang ada di lahan konservasi *ex-situ* tidak memiliki varian yang beragam. Berbeda jika tanaman tersebut berada pada habitat aslinya. Tanaman dapat memiliki variasi secara genetik karena adanya faktor lingkungan yang memengaruhinya. Namun, keuntungan dari konservasi *ex-situ* adalah lebih mudah dikerjakan, khususnya dalam menyediakan material untuk proses perbanyakan tanaman, perbaikan sifat agronomi dari tanaman, dan lebih mudah untuk melakukan penelitian, serta pendidikan bagi setiap pengunjung. Contoh kawasan konservasi *ex-situ*

dilakukan pada beberapa tempat, seperti kebun binatang, kebun raya, arboretum, taman safari, tempat penyimpanan benih dan juga sperma satwa (Novita and Widiatedja, 2014b). Selain itu, (Kuspriyanto, 2020b) menyatakan bahwa penangkaran satwa, taman kota, dan taman burung juga dapat menjadi area konservasi *ex-situ*.

Tabel 10.5 menunjukkan daftar Taman Safari yang ada di Indonesia dan dijadikan sebagai tempat konservasi *ex-situ* bagi beberapa satwa.

Tabel 10.5. Taman Safari yang terdapat di Indonesia dan menjadi pusat penangkaran bagi satwa yang ada di Indonesia.

No.	Nama Tempat	Lokasi
1	Taman Safari Bogor	Cisarua, Bogor
2	The Grand Taman Safari Prigen	Gunung Princi, Jati Arjo, Pasuruan
3	Beach Safari Batang	Jawa Tengah
4	Bali Safari Marine Park	Bali
5	Solo Safari	Solo
6	Jakarta Aquarium Safari	Jakarta

Sumber: (Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem, 2021).

Selain Taman Safari, Indonesia juga memiliki 25 Kebun Binatang yan tersebar luas di Sumatera, Jawa, dan Bali. Tabel 10.6 menunjukkan informasi Taman Safari yang ada di wilayah Indonesia.

Tabel 10.6. Kebun Binatang yang ada di Indonesia, khususnya di wilayah Sumatera, Jawa, dan Bali.

No.	Nama Tempat	Lokasi
1	Kebun Binatang Medan	Sumatera Utara, Medan
2	Taman Buata Asama Kumbang	Sumatera Utara, Medan
3	Kebun Binatang Pematang Siantar	Sumatera Utara, Pematang Siantar
4	Taman Margasatwa dan Budaya Kinantan	Bukittinggi

No.	Nama Tempat	Lokasi
5	Taman Rimbo Zoo	Jambi
6	Taman Aneka Rimba	Jambi
7	Taman Burung Taman Mini Indonesia Indah	Jakarta
8	Kebun Binatang Mini Lahat	Jawa
9	Taman Margasatwa Ragunan	Jakarta
10	Taman Buaya Indonesia Jaya	Sukaragam, Serang Baru, Kabupaten Bekasi
11	Seaworld Indonesia	Jakarta
12	Taman Safari Indonesia	Cisarua, Bogor
13	Kebun Binatang Bandung	Bandung
14	Taman Margaraya Tinjomoyo	Semarang
15	Kebun Binatang Gembira Loka	Yogyakarta
16	Taman Satwa Taru Jurug	Surakarta
17	Kebun Binatang	Surabaya
18	Taman Safari Indonesia 2	Pasuruan
19	Taman Safari Indonesia 3	Bali
20	Batu Secret Zoo	Batu, Malang
21	Taman Burung Bali	Sangapadu
22	Kebun Binatang Bali	Singapadu (dekat Ubud), Bali
23	Kebun Binatang Mata Kucing	Batam, Provinsi Kepulauan Riau
24	Mini Zoo Kijang	Bintan, Provinsi Kepulauan Riau
25	Kebun Binatang Mayang Sari Nirwana Gardens Lagoi	Bintan, Provinsi Kepulauan Riau

Sumber: (Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem, 2021b).

Selain kawasan *ex-situ* untuk satwa, terdapat juga kawasan konservasi *ex-situ* bagi tumbuhan, yaitu Kebun Raya. Terdapat 47 Kebun Raya yang ada di Indonesia berdasarkan data statistik yang diambil pada tahun 2020 (Direktorat Jenderal Konservasi Sumber

Daya Alam dan Ekosistem, 2021b). Tabel 10.7 menunjukkan informasi mengenai daftar Kebun Raya yang ada di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara, hingga Papua.

Tabel 10.7. Daftar Kebun Raya yang ada di Indonesia yang digunakan sebagai tempat untuk budidaya dan konservasi secara *ex-situ*.

No.	Nama Tempat	Lokasi
1	Kebun Raya Samosir	Sumatera Utara
2	Kebun Raya Sipirok	Sumatera Utara
3	Kebun Raya Solok	Sumatera Barat
4	Kebun Raya Sriwijaya	Sumatera Selatan
5	Kebun Raya Pelalawan	Riau
6	Kebun Raya Liwa, Lampung Barat	Lampung
7	Kebun Raya Institut Teknologi Sumatera	
8	Kebun Raya Jambi	Jambi
9	Kebun Raya Bukit Sari Jambi	Jambi
10	Kebun Raya Tebat Gadong, Belitung Timur	Bangka Belitung
11	Kebun Raya Rimber Mambang, Bangka	Bangka Belitung
12	Kebun Raya Batam	Batam
13	Kebun Raya Sumatera Selatan	Palembang
14	Kebun Raya Enrekang	Sulawesi Selatan
15	Kebun Raya Pucak, Kab. Maros	Sulawesi Selatan
16	Kebun Raya Pare-Pare	Sulawesi Selatan
17	Kebun Raya Minahasa	Sulawesi Utara
18	Kebun Raya Megawati Soekarno Putri	Sulawesi Utara
19	Kebun Raya Kendari	Sulawesi Tenggara
20	Kebun Raya Universitas Halu Oleo, Kendari	Sulawesi Tenggara
21	Kebun Raya Rigi	Sulawesi Tengah
22	Kebun Raya Katingan	Kalimantan Tengah
23	Kebun Raya Sampit	Kalimantan Tengah

No.	Nama Tempat	Lokasi
24	Kebun Raya Sambas	Kalimantan Barat
25	Kebun Raya Danau Lait di Kabupaten Sanggau	Kalimantan Barat
26	Kebun Rata Danau Lait	Kalimantan Barat
27	Kebun Raya Balikpapan	Kalimantan Timur
28	Kebun Raya Banua di kota Banjarbaru	Kalimantan Tengah
29	Kebun Raya Banua	Kalimantan Selatan
30	Kebun Raya Tanjung Puri	Kalimantan Selatan
31	Kebun Raya Balangan	Kalimantan Selatan
32	Ecopark (Botanical Garden)	Jawa Barat
33	Kebun Raya Kuningan	Jawa Barat
34	Kebun Raya Bogor	Jawa Barat
35	Kebun Raya Cibodas, Cianjur	Jawa Barat
36	Kebun Raya Indrokilo, Bayolali	Jawa Tengah
37	Kebun Raya Baturraden, Banyumas	Jawa Tengah
38	Kebun Raya Gunung Tidar, Magelang	Jawa Tengah
39	Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan	Jawa Tengah
40	Kebun Raya Mangrove, Surabaya	Jawa Timur
41	Kebun Raya Eka Karya	Bali
42	Kaebun Raya Gianyar	Bali
43	Kebun Raya Jagatnatha, Jembrana	Bali
44	Kebun Raya Balingkang, Bangli	Bali
45	Kebun Raya Lombok di Kawasan hutan lindung Lemor	Nusa Tenggara Barat
46	Kebun Raya Walobobo, Ngada	Nusa Tenggara Timur
47	Kebun Raya Wamena	Papua

Sumber: (Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem, 2021b).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, K.P.K.R. dan T.R.I. (2016) *KBBI Daring*.
- Balasubramanian, A. (2019) *Introduction to ecology, University of Mysore*.
- Bermuli, J.E. (2023) 'Analisis vegetasi dan ekosistem', in R. Megavitry (ed.) *Ekologi tumbuhan*. Padang: PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI, pp. 83–105.
- Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem (2021a) *Statistik Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem tahun 2020*. Jakarta: Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem (2021b) *Statistik Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem tahun 2020*. Jakarta: Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Juyal, P., Dhondiyal, P. and Padalia, K. (2022) 'Plant ecology'. Edited by S.N. Ojha et al. India: Uttarakhand Open University.
- Kuspriyanto (2020a) 'Upaya konservasi keanekaragaman hayati dikawasan lindung di Indonesia', *Metafora: Education, Social Sciences and Humanities Journal*, I(4), pp. 134–142. Available at: <https://doi.org/10.26740/metafora.v1n4.p134-142>.
- Kuspriyanto (2020b) 'Upaya konservasi keanekaragaman hayati dikawasan lindung di Indonesia', *Metafora: Education, Social Sciences and Humanities Journal*, I(4), pp. 134–142. Available at: <https://doi.org/10.26740/metafora.v1n4.p134-142>.
- Maknun, D. (2017) *Ekologi: Populasi, komunitas, ekosistem, mewujudkan kampus hijau, asri, islami dan ilmiah*. Edited by A. Zaeni. Cirebon: Nurjati Press.
- Muliana, R. et al. (2023) *Ekologi tumbuhan*.
- Ngakan, P.O. (2018a) 'Konservasi keanekaragaman hayati untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan di Indonesia', in Naharuddin, A. Taiyeb, and H. Pribadi (eds) *Prosiding Seminar Nasional Biodiversity Conservation*. Sulawesi Tengah:

- Untad Press Universitas Tadulako, pp. 1–16. Available at: <https://fahut.untad.ac.id/wp-content/uploads/2019/04/1.-Ngakan-Putu-Oka.pdf> (Accessed: 10 November 2023).
- Ngakan, P.O. (2018b) 'Konservasi keanekaragaman hayati untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan di Indonesia', in Naharuddin, A. Taiyeb, and H. Pribadi (eds) *Prosiding Seminar Nasional Biodiversity Conservation*. Sulawesi Tengah: Untad Press Universitas Tadulako, pp. 1–16. Available at: <https://fahut.untad.ac.id/wp-content/uploads/2019/04/1.-Ngakan-Putu-Oka.pdf> (Accessed: 10 November 2023).
- Noorhidayah, Sidiyasa, K. and Hajar, I. (2006) 'Potensi dan keanekaragaman tumbuhan obat di hutan Kalimantan dan upaya konservasinya (Potency and diversity of medicinal plant in Kalimantan forests and it's conservation effort)', *E-Journal Analisis Kebijakan Kehutanan*, III(2), pp. 95–107. Available at: <https://doi.org/10.20886/jakk.2006.3.2.95-107>.
- Novita, K.N. and Widiatedja, I.Gst.Ngr.P. (2014a) 'Bentuk-bentuk dan perlindungan konservasi sumber daya alam hayati di Indonesia', *Kertha Negara : Journal Ilmu Hukum*, II(4), pp. 1–5. Available at: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/Kerthanegara/article/view/9139> (Accessed: 22 November 2023).
- Novita, K.N. and Widiatedja, I.Gst.Ngr.P. (2014b) 'Bentuk-bentuk dan perlindungan konservasi sumber daya alam hayati di Indonesia', *Kertha Negara : Journal Ilmu Hukum*, II(4), pp. 1–5. Available at: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/Kerthanegara/article/view/9139> (Accessed: 22 November 2023).
- Plutynski, A. (2018) *Ecology and the environment*. Edited by M. Ruse. Inggris: Oxford University Press.
- Samsudewa, D. and Pujaningsih, R.I. (2022) *Risalah konservasi dan satwa harapan di Indonesia*. Eureka Media Aksara. Available at: <https://doc-pak.undip.ac.id/id/eprint/23337/1/22-11-62-EBOOK-Risalah%20Konservasi%20dan%20Satwa%20Harapan%20di%20Indonesia-DSD%20%281%29.pdf> (Accessed: 22 November 2023).

- Sanbrook, C. (2015) 'What is conservation?', *Oryx*, XLIX(4), pp. 565–566. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0030605315000952> View publication.
- Setiadi, A. *et al.* (2023) 'Konservasi keanekaragaman hayati endemik melalui ecology, socio-economic, dan socio-cultural approach (Studi pada taman kehati Kokolomboi, Sulawesi Tengah)', *Learning Society: Jurnal CSR, Pendidikan, dan Pemberdayaan Masyarakat*, IV(1), pp. 244–254.
- Setiawan, A. (2022) 'Keanekaragaman hayati Indonesia: Masalah dan upaya konservasinya', *Indonesian Journal of Conservation*, XI(1), pp. 13–21.
- Sodhi, N.S. and Ehrlich, P.R. (2010) *Conservation Biology for all*. 1st edn. Oxford University Press.
- Sumarto, S. *et al.* (2012) *Biologi konservasi*. Edited by S. Sumarto. Bandung: CV. Patra Media Grafindo. Available at: <https://doc-pak.undip.ac.id/id/eprint/23337/1/22-11-62-EBOOK-Risalah%20Konservasi%20dan%20Satwa%20Harapan%20di%20Indonesia-DSD%20%281%29.pdf> (Accessed: 22 November 2023).
- Susanto (2017a) *Ekologi: Konservasi sumberdaya hayati*. Edited by A. Suryo. Purwokerto: UM Purwokerto Press.
- Susanto (2017b) *EKOLOGI: Konservasi Sumberdaya Hayati*. Edited by A. Suryo. Purwokerto: UM Purwokerto Press.
- Sutarno, S. (2015) 'Biodiversitas Indonesia: Penurunan dan upaya pengelolaan untuk menjamin kemandirian bangsa', in. Masyarakat Biodiversitas Indonesia, pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010101>.
- Utina, R. and Baderan, D.W.K. (2009) *Ekologi dan lingkungan hidup*. PT Elex Media Komputindo.
- Wuisang, C. (2015) 'Konservasi biodiversitas di wilayah perkotaan: Evaluasi lansekap koridor hijau di kota Manado', *Media Matrasain*, XII(2), pp. 47–60.

BAB 11

ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI (IPTEK)

Oleh Fera Annisa

11.1 Pendahuluan

IPTEK adalah singkatan dari Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Konsep IPTEK mengaju pada bidang penelitian, pengembangan dan penerapan pengetahuan ilmiah dalam rangka mencapai kemajuan dan inovasi dalam berbagai aspek kehidupan. IPTEK mencakup studi tentang alam semesta, lingkungan, manusia, teknologi dan berbagai cabang ilmu pengetahuan seperti fisika, kimia, biologi, matematika, dan rekayasa.

Tujuan utama IPTEK adalah untuk menghasilkan pengetahuan baru yang dapat diterapkan untuk memecahkan masalah, meningkatkan kualitas hidup, dan mendorong kemajuan serta inovasi dalam sektor kehidupan, seperti kesehatan, energi, pertanian, transportasi, komunikasi, dan lain sebagainya. IPTEK juga merupakan faktor penting dalam pembangunan suatu negara, karena berkontribusi dalam meningkatkan daya saing, inovasi, dan produktivitas suatu bangsa.

Dalam perkembangannya, IPTEK juga tidak dapat dipisahkan dari etika dan pertimbangan sosial. Dalam penerapannya, IPTEK harus memperhatikan dampak sosial, lingkungan, serta masalah etika guna memastikan bahwa pengembangan dan penggunaan ilmu pengetahuan dan teknologi memberi manfaat yang berkelanjutan bagi masyarakat dan planet kita.



Gambar11.1. Ilustrasi Penerapan IPTEK

Foto: shutterstock

Sumber: <https://www.detik.com/jabar/berita/d-6203017/iptek-adalah-pengertian-beserta-manfaat-dan-dampaknya>

Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) menjadi kekuatan utama di era globalisasi. Dengan pemanfaatan IPTEK mempengaruhi cara pandang, gaya hidup, dan budaya dalam bentuk apa pun dan untuk tujuan apa pun. Dengan perkembangannya, kita dapat melakukan segala sesuatu dalam waktu singkat secara cepat, namun kita berupaya selektif dalam menyaring informasi yang baik dan bermanfaat.

Semakin besar tingkat dukungan teknologi, maka semakin besar informasi yang dapat dialirkan secara global dan dengan dampak yang lebih besar. Oleh sebab itu, asas “aliran bebas ilmu pengetahuan dan teknologi” telah berkembang hingga saat ini dan dipandang sebagai proses dua arah yang cukup seimbang dan mampu mempengaruhi satu sama lain. (Nur Fadilah, 2019)

Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) merupakan istilah yang sering dipelajari dan digunakan. IPTEK sendiri digunakan untuk menunjukkan suatu kemajuan, baik di bidang ilmu pengetahuan maupun teknologi. IPTEK erat kaitannya dengan evolusi manusia, artinya sudah ada sejak jutaan tahun lalu, namun dengan karakteristik yang berbeda (Wibowo Hanafi, 2023).

11.2 Pengertian IPTEK

Kajian ilmiah terhadap kemajuan teknologi yang didasarkan pada pemahaman ilmiah dikenal dengan ilmu pengetahuan dan teknologi. Ilmu pengetahuan dan teknologi bekerjasama untuk mencapai kemajuan dalam pertumbuhan global. Ilmu pengetahuan adalah penggunaan metode ilmiah untuk mengeksplorasi sifat dan perilaku dunia fisik dan alam. Ilmu pengetahuan dipahami sebagai studi tentang peristiwa alam melalui observasi, klasifikasi, deskripsi, eksperimen, analisis, dan penjelasan teoritis. Teknologi merupakan seperangkat metode dan prosedur yang digunakan untuk menghasilkan barang dan jasa atau mencapai tujuan seperti penelitian ilmiah. Istilah "teknologi" menggambarkan sistem, prosedur, dan peralatan yang berasal dari ilmu pengetahuan dan diterapkan pada permasalahan dunia nyata. Oleh karena itu, definisi Ilmu pengetahuan mencakup studi sistematis tentang struktur dan perilaku dunia fisik dan alam melalui eksperimen dan observasi.



Gambar 11.2. Ilustrasi Teknologi. Kredit Joseph Mucira Via Pixabay
Sumber:<https://www.bola.com/ragam/read/5220487/pengertian-perkembangan-teknologi-dan-berbagai-contohnya?page=2>

Di sisi lain, teknologi merupakan aplikasi pengetahuan ilmiah untuk tujuan praktis. Teknologi digunakan untuk memecahkan masalah, membuat penemuan baru, dan menjawab

pertanyaan. Tujuannya adalah untuk menambah pengetahuan dan menemukan solusi masalah praktis.

Hadirnya Ilmu pengetahuan berkontribusi dalam memberikan jawaban dan pengetahuan lebih lanjut. Adanya teknologi bertujuan untuk menyelesaikan masalah dunia nyata. Ilmu pengetahuan dan teknologi bekerjasama, membantu satu sama lain dan saling mendukung untuk kemajuan. Para ilmuwan dapat menyelidiki alam dengan cara baru berkat adanya teknologi baru. Tanpa ilmu pengetahuan, dunia akan stagnan dan tidak akan ada kemajuan dalam teknologi, pertumbuhan manusia, atau generasi pengetahuan. (Florentianus Dopo, dkk, 2023)

11.3 Pengertian IPTEK Menurut Para Ahli

1. Menurut Read Bain (1937)

Semua alat, mesin, perlengkapan, persenjataan, perumahan, pakaian, alat transportasi, dan alat komunikasi termasuk dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, serta kemampuan yang memungkinkan manusia menciptakannya.

2. Menurut Jaques Ellul (1967)

Ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan suatu kesatuan yang memimpin secara rasional dan bercirikan efisiensi dalam segala bidang aktivitas manusia, diantaranya termasuk proses meningkatkan nilai tambah. Produk yang digunakan kemudian diproduksi untuk memfasilitasi dan meningkatkan efisiensi struktur dan sistem di mana proses dan produk tersebut kemudian dikembangkan dan digunakan.

3. Menurut Kast & Rosenweig

IPTEK adalah seni menggunakan pengetahuan ilmiah. *"Technology is the art of utilizing scientific knowledge."*

4. Menurut Poerbahawadja Harahap

IPTEK merupakan ilmu tentang teknik yang dapat membuat manusia terpacu untuk mengetahui seluk beluk bidang industri.

5. Menurut Naisbit

IPTEK adalah benda atau peralatan yang memiliki wujud berbeda dengan manusia.

6. Menurut Miarso

Miarso menyatakan bahwa IPTEK mempelajari berbagai informasi dan pengetahuan tentang berbagai teknologi.

7. Menurut Iskandar Alisyahbana

Sejak jutaan tahun yang lalu, manusia telah mengenal teknologi karena membantu mereka hidup lebih nyaman, makmur, dan sejahtera.

8. Menurut Manual Castells

Castells menggambarkan teknologi sebagai kumpulan alat, aturan, dan metode yang digunakan untuk menghasilkan pengetahuan ilmiah.

9. Menurut Arnold J. Toynbee

Toynbee berpendapat bahwa teknologi adalah ciri kemuliaan manusia karena perkembangan kebutuhan manusia untuk mencari sesuatu yang lebih dalam kehidupan daripada hanya hidup untuk makan.

11.4 Ciri-Ciri IPTEK

IPTEK memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Empiris

Ciri-ciri ilmu pengetahuan dan teknologi tersebut tercapai setelah melalui proses observasi, penyelidikan, dan eksperimen. Melalui proses yang berlarut-larut inilah akan muncul ilmu pengetahuan.

2. Radikal

Maksud radikal sendiri berpusat pada upaya mengidentifikasi inti permasalahan dan menyorotinya, bukan pada kebebasan tanpa aturan.

3. Sistematis

Disebut sistematis karena informasi yang mengungkapkan kebenaran harus dibagikan, karena tidak semua masyarakat umum mengetahui motivasi di balik penelitian dan penemuan informasi ini. Oleh karena itu, penyediaan dan penyebaran pengetahuan perlu diatur secara sistematis. Tujuannya agar masyarakat lebih mudah menangkap dan memahaminya. Pengetahuan ini akan mudah dipahami dan dapat dipraktikkan dalam kehidupan sehari-hari.

4. Objektif

Ilmu pengetahuan pada dasarnya harus objektif. Maksudnya, objektif ini adalah tidak memihak. Menghilangkan bias dan opini buruk orang lain adalah salah satu manfaat sifat objektif.

5. Analitis

Ilmu pengetahuan dihasilkan secara analitis, dimana disajikan secara mendalam, analitis, dan lengkap. Oleh karena itu, tidak membedakan persoalan ataupun perannya.

6. Verifikatif

Verifikatif diperlukan untuk memastikan bahwa ilmu pengetahuan dan teknologi telah mengalami pengujian yang ekstensif. Pengujian itu sendiri kemudian digunakan untuk meminta pertanggungjawaban orang dan mencari tanggapan sempurna terhadap pertanyaan yang mungkin masih dipertanyakan. Dengan kata lain, ilmu pengetahuan harus dapat dikomunikasikan.

7. Logis

Ilmu pengetahuan secara rollings ini diperoleh melalui metodologi penelitian dan disusun secara logis. Tujuannya adalah untuk menyampaikan pesan dan memberikan jawaban yang komprehensif.

8. Bersifat Ilmiah

Ilmu pengetahuan bersifat ilmiah, dan informasi diperoleh dengan cara yang serius serta sungguh-sungguh.

9. Kritis

Dikatakan kritis jika teori tersebut tak lagi ditemukan teori definitive. Selain kritis ilmu pengetahuan juga sebagai keterhubungan teori mengenai kasus yang sekarang terjadi.

11.5 Manfaat IPTEK

Keberadaan IPTEK yang semakin maju memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 11.3. Teknologi Kecerdasan Buatan
Sumber : Noperman Feri, 2020

Adapun manfaat IPTEK menurut (Florentianus Dopo, 2023) adalah sebagai berikut:

1. Memudahkan seseorang dalam memperoleh sesuatu

Dengan perkembangan IPTEK memudahkan seseorang memperoleh suatu barang walaupun jarak tempatnya jauh, tidak mengharuskan belanja langsung, namun hal ini dapat dilakukan secara *online*. Media komunikasi mudah dan murah, ini merupakan bukti nyata dari perkembangan IPTEK. Coba bandingkan dengan masa lalu ketika IPTEK tidak sebaik sekarang. Dulu untuk mendapatkan informasi harus mengandalkan buku, jurnal atau koran. Namun, dengan adanya perkembangan teknologi dan internet, informasi dapat diakses dengan cepat melalui mesin pencari seperti *Google*.

2. Membantu Menyelesaikan Permasalahan Kompleks

Umumnya, hampir semua orang menghadapi masalah yang sama, yaitu bagaimana memenuhi kebutuhannya. Kemajuan IPTEK turut menjawab semuanya. IPTEK

memberikan pendekatan ilmiah dan analitis untuk memecahkan masalah kompleks dalam berbagai bidang seperti kesehatan, lingkungan dan keamanan. Selain itu, karena kemajuan teknologi kedokteran yang sangat pesat, kebutuhan hidup sendiri menjadi lebih sehat. Dengan hadirnya berbagai teknologi pertanian yang semakin canggih, kemajuan teknologi ini dapat dengan mudah memenuhi kebutuhan pangan.

3. Meningkatkan Kualitas Hidup

Masa modern telah sangat berbeda dari masa primitif. IPTEK membantu memperbaiki kualitas hidup manusia melalui penemuan dan pengembangan berbagai produk dan layanan seperti kemajuan dalam hal pakaian, cara memenuhi kebutuhan pangan, cara berkomunikasi, cara pengobatan medis, cara transportasi, cara memenuhi kebutuhan pangan, dan cara berorganisasi. Hal ini tidak terlepas dari perkembangan IPTEK saat ini.

4. Mempermudah dan Mengoptimalkan Produktivitas

Dengan kehadiran IPTEK membantu meningkatkan produktivitas manusia melalui pengembangan alat-alat dan sistem yang dapat mengoptimalkan tugas-tugas yang sebelumnya memerlukan waktu dan tenaga yang besar. Bisnis dapat dimulai tanpa modal dan walaupun dari rumah (tanpa adanya toko). Hanya memerlukan koneksi internet dan perangkat yang membantunya, dapat menjual berbagai macam barang dengan HP/laptop atau menggunakan komputer.

5. Komunikasi Menjadi Lebih Mudah

Pada zaman dulu, seseorang harus mendatangi rumah orang lain untuk berkomunikasi secara langsung. Surat dikirim melalui pos dan memakan waktu berhari-hari atau bahkan berminggu-minggu untuk mencapai tujuan. Namun, sekarang berbeda. Berkomunikasi dengan seseorang di tempat yang berbeda dapat dengan mudah dilakukan. Walaupun tidak berada di tempat yang sama, pesan dapat dikirim dan diterima dalam hitungan detik, bahkan juga dapat melihat secara langsung melalui *Video Call*. Ini adalah

kekuatan IPTEK yang luar biasa. Dengan cara ini, silaturahmi tetap terjaga.

6. Waktu Lebih Efisien

Perkembangan IPTEK dapat memberikan berbagai inovasi dan perubahan, membuat waktu menjadi lebih efisien. Dengan meningkatnya efisien waktu, memiliki lebih banyak kesempatan untuk melakukan berbagai kegiatan, berinteraksi dengan orang lain, beristirahat atau melakukan hobi dan kegiatan lainnya. Dalam satu waktu juga dapat dimanfaatkan untuk mengerjakan beberapa pekerjaan sekaligus.

7. Sumber Daya Alam Lebih Mudah Dikelola

IPTEK dapat digunakan dalam memantau dan memetakan sumber daya alam seperti lahan pertanian, hutan dan perairan. Hal ini dapat membantu mengidentifikasi masalah dan mengambil tindakan yang tepat untuk mengelola dan melindungi sumber daya alam. IPTEK juga mendukung upaya untuk menjaga keberlanjutan sumber daya alam, contohnya teknologi resorasi ekosistem untuk memulihkan hutan yang rusak dan memperbaiki kondisi ekosistem laut yang terancam. Penggunaan IPTEK juga dapat melacak dan mencegah pemburuan liar serta perdagangan ilegal sumber daya alam.

8. Energi Terbarukan Lebih Mudah Dimanfaatkan

IPTEK berkontribusi dalam pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan, seperti energi matahari, angin, air dan biomassa. Teknologi baru dan inovatif dapat membantu menghasilkan energi terbarukan secara efisien dan lebih berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang terbatas dan berdampak negatif terhadap lingkungan.

11.6 Dampak (IPTEK) dalam Kehidupan Masyarakat

IPTEK telah berkembang menjadi manifestasi budaya yang dapat ditemukan di kalangan masyarakat. Ketika ilmu pengetahuan dan teknologi digunakan untuk meningkatkan dan memperbaiki

kehidupan masyarakat, terjadi transformasi sosial dan budaya. Terlepas dari fakta bahwa perubahan-perubahan ini sangat umum, kadang-kadang ada pro dan kontra di masyarakat. Di bawah ini adalah ringkasan dampak perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK).

1. Dampak Positif IPTEK

Perkembangan IPTEK memiliki sejumlah dampak positif yang signifikan, antara lain:

a. Peningkatan Kualitas Hidup

IPTEK telah membawa perubahan besar bagi kualitas hidup manusia. Pembangunan infrastruktur, perbaikan akses terhadap pelayanan kesehatan dan pendidikan, serta pengembangan teknologi komunikasi telah meningkatkan kesempatan dan aksesibilitas bagi masyarakat dalam hal pendidikan, kesehatan, dan kesejahteraan.

b. Kemajuan Ekonomi

IPTEK telah menjadi motor penggerak utama dalam kemajuan ekonomi suatu negara. Inovasi teknologi baru, seperti teknologi informasi, robotika, dan otomatisasi, telah mendorong peningkatan produktivitas dan efisiensi di berbagai sektor industri. Hal ini memberikan peluang baru untuk menciptakan lapangan kerja dan meningkatkan pendapatan masyarakat.

c. Perbaikan Kesehatan dan Harapan Hidup

Perkembangan IPTEK telah membawa inovasi dalam bidang kesehatan seperti pengembangan obat-obatan baru, teknologi medis, dan bioteknologi. Hal ini telah membantu dalam pengobatan penyakit yang sebelumnya sulit disembuhkan, meningkatkan harapan hidup, dan mengurangi angka kematian.

d. Perlindungan Lingkungan

IPTEK juga berperan dalam memahami dan melindungi lingkungan. Pengembangan energi terbarukan, pengelolaan air yang efisien, dan teknologi pengendalian polusi telah membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan menjaga keberlanjutan sumber daya alam.

e. Kemudahan Akses Informasi

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan akses mudah dan cepat terhadap informasi bagi orang-orang di seluruh dunia. Hal ini telah meningkatkan komunikasi, memperluas wawasan, dan memungkinkan kolaborasi global di berbagai bidang, seperti pendidikan, bisnis, dan ilmiah.

f. Kemajuan dalam Bidang Riset dan Inovasi

IPTEK memberikan dasar bagi kemajuan dalam riset dan inovasi. Penemuan dan pemahaman baru tentang dunia dan alam semesta telah memungkinkan manusia melakukan eksplorasi lebih jauh, menciptakan solusi baru, dan mengembangkan teknologi baru yang meningkatkan kehidupan manusia.

Perkembangan IPTEK secara keseluruhan memberikan kontribusi positif bagi masyarakat dan dunia secara luas. Namun, penting juga untuk memperhatikan dan mengelola dampak negatif yang mungkin timbul.

2. Dampak Negatif IPTEK

Selain dampak positif dari perkembangan IPTEK, dampak negatif yang mungkin timbul antara lain sebagai berikut:

a. Penggantian Tenaga Kerja

Perkembangan IPTEK, seperti otomatisasi dan robotika, dapat menggantikan pekerja manusia dalam banyak sektor pekerjaan. Hal ini dapat menyebabkan pengangguran massal dan kesulitan bagi pekerja yang kehilangan pekerjaan mereka.

b. Kesenjangan Sosial

Perkembangan IPTEK dapat meningkatkan kesenjangan sosial antara mereka yang memiliki akses dan pemahaman terhadap teknologi dengan mereka yang tidak. Hal ini dapat meningkatkan kesenjangan ekonomi dan pendidikan antara kelompok-kelompok masyarakat.

c. Masalah Kesehatan

Kemajuan dalam bidang kesehatan, seperti obat-obatan dan perawatan medis, dapat menyebabkan kekhawatiran baru. Misalnya, perkembangan obat-obatan yang lebih kuat dapat menimbulkan penyalahgunaan narkoba dan kedokteran yang tidak etis.

d. Kerusakan Lingkungan

Penggunaan teknologi yang tidak bertanggung jawab dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang serius. Contohnya adalah polusi industri, perusakan habitat alam, dan pemanasan global yang disebabkan oleh emisi gas rumah kaca.

e. Isolasi Sosial

Meskipun perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membawa kemudahan dalam berkomunikasi, tetapi juga dapat menyebabkan isolasi sosial. Individu cenderung lebih banyak menghabiskan waktu di depan layar dan kurang berinteraksi secara langsung dengan orang lain.

f. Ketergantungan

Penggunaan teknologi, seperti ponsel pintar dan media sosial, dapat menyebabkan ketergantungan yang berlebihan. Hal ini dapat mempengaruhi kesehatan mental dan fisik, serta mengganggu produktivitas dan interaksi sosial yang sehat.

g. Kejahatan Cyber

Perkembangan IPTEK juga berdampak pada peningkatan kejahatan cyber, seperti peretasan, pencurian data, dan penipuan online. Hal ini dapat menyebabkan kerugian finansial dan kehilangan privasi bagi individu dan organisasi.

h. Keamanan Nasional

Perkembangan IPTEK juga membawa tantangan baru dalam bidang keamanan nasional. Misalnya, potensi serangan cyber terhadap infrastruktur kritis atau penggunaan teknologi dalam tindakan terorisme.

i. Ketergantungan Energi

Kemajuan dalam teknologi dan industrialisasi meningkatkan permintaan energi yang tinggi. Ketergantungan yang berlebihan pada sumber daya energi fosil dapat menyebabkan kehabisan sumber daya dan polusi lingkungan yang lebih tinggi.

j. Isu Etika

Perkembangan IPTEK juga menghadirkan banyak isu etika, seperti manipulasi genetik, penyalahgunaan data pribadi, dan penggunaan senjata otomatis. Hal ini menimbulkan pertanyaan tentang batasan dan tanggung jawab penggunaan teknologi ini.

11.7 Contoh IPTEK

Masyarakat dipengaruhi secara signifikan oleh kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan teknologi sangat penting untuk mendapatkan pemahaman yang lebih luas dan informasi. Contoh teknologi dan ilmu pengetahuan adalah sebagai berikut:

1. Siaran Televisi

Televisi merupakan salah satu bentuk teknologi yang digunakan untuk mengirimkan sinyal video dan audio ke layar televisi. Melalui televisi menampilkan berbagai program seperti berita, hiburan, pendidikan, film, dan pertandingan olahraga.

2. Komputer

Komputer adalah alat elektronik yang digunakan untuk memproses dan menyimpan data. Dengan adanya komputer, maka dapat melakukan berbagai tugas seperti pengolahan data, penelitian, desain grafis, dan pengembangan perangkat lunak.

3. Internet

Internet adalah jaringan komputer yang saling terhubung secara global. Dengan adanya internet dapat mengakses informasi, berkomunikasi dengan orang lain, melakukan transaksi online, dan berbagi konten melalui situs web dan aplik

4. *Smartphone*

Smartphone adalah telepon seluler yang dilengkapi dengan fungsi komputer. *Smartphone*, dapat melakukan berbagai aktivitas seperti panggilan telepon, mengirim pesan, mengakses internet, menggunakan aplikasi, dan mengambil foto atau video.

5. Satelit Indonesia

Salah satu satelit yang dimiliki oleh satelit Indonesia adalah Sistem Komunikasi Satelit Domestik (SKSD) Palapa, yang memungkinkan akses ke informasi dari perangkat elektronik seperti radio, telepon seluler, dan televisi.

6. Robotika

Robotika adalah cabang ilmu yang mempelajari desain, konstruksi, operasi, dan penggunaan robot. Robot dapat digunakan untuk melakukan tugas-tugas yang terlalu berat, berbahaya, atau monoton bagi manusia. Contoh penggunaan robot include di industri otomotif, pelayanan kesehatan, penjelajahan luar angkasa, dan pemadam kebakaran.

7. Bioteknologi

Bioteknologi adalah penggunaan mikroorganisme, sel, atau bahan yang berasal dari organisme hidup untuk membuat atau memodifikasi produk atau proses. Contoh penerapan bioteknologi adalah produksi insulin sintetis, produksi makanan transgenik, dan pengobatan kanker menggunakan terapi gen.

8. Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah ilmu dan teknologi yang berkaitan dengan manipulasi materi di skala nanometer. Dengan menggunakan teknologi ini, kita dapat membuat dan mengontrol materi pada skala atom dan molekul. Contoh penggunaan nanoteknologi adalah dalam pembuatan bahan superkuat, pengembangan perangkat elektronik miniatur, dan pengobatan penyakit dengan sistem penghantaran obat yang presisi.

9. Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah sumber energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, seperti matahari, angin, air, dan biomassa. Contoh penerapan energi terbarukan adalah pembangkit listrik tenaga surya, turbin angin, dan penggunaan biofuel sebagai pengganti bahan bakar fosil yang terbatas.

10. Transportasi

Kemudahan IPTEK membuat pembaruan di bidang transportasi seperti darat, laut, dan udara. Contoh transportasi yang berkembang di Indonesia yaitu pesawat, kapal laut, kapal selam, kereta api, dan bus.

IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) merupakan basis dan fondasi yang penting dalam perkembangan masyarakat dan memberikan dampak pada berbagai aspek kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Dopo, Florentianus, Yohanes Vianey Sayangan, dan Ermelinda Yoseva Awe. 2023. *Buku Ajar Mata Kuliah Terintegrasi Bahasa Ibu: Ilmu Sosial Bahasa Dasar*. Jawa Tengah: PT Nasya Expanding Management
- Fadilah, Nur. 2019. "Kontribusi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) dalam Perkembangan Sistem Ekonomi Islam" *Jurnal El-Faqih*, Vol. 5, No. 1
- Noperman, Feri. 2020. *Pendidikan Sains dan Teknologi: Transformasi Sepanjang Masa untuk Kemajuan Peradaban*. Bengkulu: Universitas Press Bengkulu.
- Pramono, Agus. 2021. *Buku Pembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Perspektif Islam*. Yogyakarta: Deepublish CV Budi Utama.
- Rerung, Rintho Rante. 2018. *E-Commerce Menciptakan Daya Saing Melalui Teknologi Informasi*. Yogyakarta: Deepublish CV Budi Utama.
- Susanto, Wibowo Hanafi Ari, dkk. 2023. *Keperawatan Transkultural*. Padang Sumatera Barat: PT Global Eksekutif Teknologi.
- Sutardi, Tedi. 2007. *Antropologi: Mengungkap Keragaman Budaya*. Bandung: PT Setia Purna Inves

BAB 12

PENERAPAN IPA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Oleh Yuli Tamar Filindity

12.1 Pendahuluan

Ilmu Pengetahuan Alam (*natural science*) mengungkap tentang gejala alam yang meliputi alam semesta dengan segala isinya berupa proses, mekanisme sifat benda sampai dengan peristiwa yang terjadi di alam. Dalam hal ini semua peristiwa atau mekanisme yang terjadi di alam terjadi secara alami yang diakibatkan karena peristiwa alam yang terjadi.

Pengetahuan yang diperoleh dari alam semesta ini selanjutnya merupakan dasar dari pengembangan ilmu pengetahuan alam (IPA). IPA adalah tubuh dari pengetahuan yang dibentuk dari proses inquiri yang terus menerus dan dilakukan orang yang bergerak di bidang sains (Sakila, dkk : 2023). Susanto (2013) mengemukakan bahwa IPA adalah usaha manusia dalam memahami alam semesta melalui pengamatan yang tepat pada sasaran, serta menggunakan prosedur, dan dijelaskan dengan penalaran sehingga mendapatkan suatu kesimpulan. Menurut Permendiknas No 22 Tahun 2006 IPA berkaitan dengan cara mencari tahu fenomena alam secara sistematis sehingga IPA bukan hanya pengumpulan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep ataupun prinsip-prinsip saja tetapi juga suatu merupakan proses penemuan. (Sayekti, 2015) IPA merupakan salah satu mata pelajaran yang harus dipelajari di tingkat dasar yang memiliki tujuan agar peserta didik mempunyai pengetahuan, gagasan dan konsep yang terorganisasi tentang alam sekitar yang diperoleh antara lain penyelidikan, penyusunan dan penyajian gagasan-gagasan. Menurut Trianto (2014) mengatakan bahwa IPA adalah suatu kumpulan teori yang sistematis, penerapannya secara umum terbatas pada gejala-gejala alam, lahir dan berkembang

melalui model ilmiah seperti bservasi dan eksperimen serta menuntut sikap ilmiah seperti rasa ingin tahu, terbuka dan jujur.

Secara garis besar mempelajari IPA memiliki fungsi antara lain yaitu: memberikan pengetahuan tentang berbagai jenis dan peranan lingkungan alam dan lingkungan buatan dalam kaitannya bagi kehidupan sehari-hari; mengembangkan keterampilan proses (fisik maupun mental) yang diperlukan untuk memperoleh pengetahuan sains; dan mengembangkan wawasan, sikap, nilai yang berguna bagi peserta didik untuk meningkatkan kualitas kehidupan sehari-hari (Sulthon, 2016).

Sains atau Ilmu Pengetahuan Alam, membagi diri dengan memunculkan cabang baru yaitu:

1. Fisika (*Physics*); mempelajari massa dan energi.
2. Kimia (*Chemistry*); mempelajari substansi zat.
3. Biologi (Biologi); mempelajari seluk-beluk makhluk hidup.
4. Astronomi (*Astronomy*); mempelajari benda-benda langit.
5. Ilmu Bumi (*Geology*); mempelajari seluk-beluk bumi.

Kelima cabang ini masing-masing disebut sebagai Ilmu Dasar. Tiap cabang IPA tersebut terus berkembang dengan membagi diri lagi menjadi beberapa cabang yang dikenal sebagai Ilmu Murni. Misalnya :

1. Fisika membentuk ranting ilmu murni sebagai Mekanika, Hidrodinamika, Termodinamika, Optika, Elektronika, Magnetika, Fisika Nuklir, dsb.
2. Kimia berkembang menjadi Kimia Anorganik, Kimia Organik, Biokimia, Kimia Bumi, Kimia Bahan, dst.
3. Biologi berkembang menjadi Zoologi, Botani, Mikrobiologi. (Filindity, 2021)

Dengan demikian Ilmu Pengetahuan Alam memiliki peran penting dalam semua ilmu pengetahuan

12.2 Proses IPA

Proses IPA merupakan komponen yang merujuk kepada aspek yang melibatkan peserta didik pada tahapan-tahapan untuk menjalani proses penyelidikan atau menemukan fenomena atau

fakta alam yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Adapun proses tersebut dilakukan dengan cara mengidentifikasi masalah-masalah tentang gejala alam/ fakta alam yang terjadi, selanjutnya membuktikan bukti melalui penyelidikan ilmiah sampai kepada tahap menyimpulkan. Tidak hanya pada tahapan tersebut, proses IPA menuntun peserta didik dapat melakukan kegiatan mengkomunikasikan kesimpulan dan mendemostrasikan konsep-konsep IPA dari hasil penyelidikannya. Untuk lebih rincinya PISA menjabarkan lima komponen-komponen proses IPA dalam penilaian literasi IPA (Hayat dan Yusuf, 2011: 51-52) sebagai berikut:

1. Mengetahui pertanyaan ilmiah.
2. Mengidentifikasi bukti yang diperlukan dalam penyelidikan ilmiah.
3. Menarik dan mengevaluasi kesimpulan
4. Mengkomunikasikan kesimpulan yang valid, yaitu menyampaikan secara konkrit data yang disimpulkan.
5. Mendemostrasikan pemahaman terhadap konsep-konsep IPA, yakni kemampuan menggunakan konsep-konsep dalam situasi yang berbeda dari yang telah dipelajarinya.

12.3 Konten IPA

Sebagaimana menurut (Sulistiyorini, 2007: 15) : Tujuan pembelajaran IPA adalah sebagai berikut. (1) memahami alam sekitar; (2) memiliki keterampilan untuk mendapatkan ilmu berupa keterampilan proses/metode ilmiah; (3) memiliki sikap ilmiah di dalam mengenal alam sekitar dan memecahkan masalah yang dihadapinya. Maka konten IPA merujuk kepada tentang pengetahuan tentang fakta, pemahaman terhadap prinsip-prinsip dan hukum IPA , serta peristilahan dan konsep IPA. Dalam hal ini konten IPA tidak membatasi cakupan pengetahuan IPA yang dipelajari di sekolah saja, namun mencakup pengetahuan IPA yang diperoleh dari sumber-sumber lain yang ada di sekitar peserta didik. Dengan demikian juga dapat dideskripsikan bahwa konten IPA dapat melibatkan peserta didik untuk mendeskripsikan ilmu pengetahuan alam, metode dan norma IPA dan pengetahuan

ilmiah. Selain itu aspek ini juga dapat melibatkan peserta didik untuk menguasai kunci konsep ilmiah, hubungan kompetensi dalam konteks IPA, keterampilan membaca, menulis dan menguasai sistem pengetahuan manusia.

Ciri khas ilmu pengetahuan ini mengandung nilai, sikap dan proses, IPA sebagai keterampilan proses meliputi kegiatan observasi, klasifikasi, hubungan waktu, menggunakan hitungan, pengukuran, komunikasi, hipotesis, penelitian, *control variable*, interpretasi data, IPA sebagai pengetahuan adalah proses yang menghasilkan ilmu pengetahuan yang digunakan sebagai isi. Termasuk di dalamnya adalah fakta, generalisasi, dan prinsip yang digunakan untuk memprediksi.

12.4 Peranan IPA dalam kehidupan sehari-hari

Peranan IPA menjadi penting, karena memuat materi-materi yang berhubungan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis. Sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Dengan adanya IPA akan mampu menimbulkan rasa ingin tahu terhadap kondisi lingkungan alam; ikut menjaga, merawat, mengelola, dan melestarikan alam; memberikan wawasan akan konsep alam yang berguna dalam kehidupan sehari-hari; dan membantu manusia dalam pengembangan IPTEK

Sukardjo (2008: 1) mengemukakan hakikat IPA sebagai berikut: IPA pada hakekatnya merupakan ilmu yang memiliki karakteristik khusus yaitu mempelajari fenomena alam yang faktual baik kenyataan/kejadian berdasarkan percobaan (induksi), dan dikembangkan berdasarkan teori (deduksi). IPA sebagai proses kerja ilmiah dan produk ilmiah mengandung pengetahuan yang berupa pengetahuan faktual, konseptual, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan meta kognitif.

Dalam literasi IPA, sangat ditekankan pentingnya dan memahami konteks aplikasi IPA, serta mampu mengaplikasikan IPA dalam kehidupan sehari-hari dalam memecahkan masalah nyata yang dihadapi. Karena setiap pengetahuan yang telah

diperoleh oleh peserta didik hendaknya dapat diaplikasi dalam kehidupan nyata, baik untuk dirinya sendiri, lingkungan sekitar, negara dan secara global. PISA membagikan bidang aplikasi IPA kedalam tiga kelompok yaitu bumi dan lingkungan, kehidupan dan kesehatan, dan teknologi.

Sebagaimana diketahui bahwa tujuan pembelajaran IPA adalah (1) memahami alam sekitar; (2) memiliki keterampilan untuk mendapatkan ilmu berupa keterampilan proses/metode ilmiah; (3) memiliki sikap ilmiah di dalam mengenal alam sekitar dan memecahkan masalah yang dihadapinya makan secara garis dapat dianalisis bahwa mata pelajaran IPA berfungsi antara lain sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan tentang berbagai jenis dan perangai lingkungan alam dan lingkungan buatan dalam kaitannya bagi kehidupan sehari-hari. Berbagai masalah yang dapat diperoleh dari lingkungan buatan misalnya pada lingkungan rumah. Gejala-gejala sains yang dapat dipelajari dari lingkungan misalnya: deterjen (seperti rinso, soklin dan sebagainya) sebagai pelarut lemak, pemuaian dan penyusutan, penyemprotan nyamuk, pupuk buatan, dan berbagai makanan. Sifat benda tersebut perlu dipelajari peserta didik dengan cara mengaitkan hal-hal yang tidak kita inginkan. Lingkungan alam merupakan alamiah yang terjadi secara alami. Hal terpenting adalah mengenal berbagai komponen yang membangun alam itu sehingga peserta didik memiliki prinsip-prinsip bertindak terhadap alam agar lingkungan dapat tetap memberikan dukungan hidup manusia yang memadai.
2. Mengembangkan keterampilan proses. Keterampilan proses yang dimaksudkan adalah keterampilan fisik maupun mental yang diperlukan untuk memperoleh pengetahuan sains maupun pengembangannya. Dengan keterampilan ini diharapkan peserta didik akan mengembangkan pengetahua sesuai dengan karakter sains.

Beberapa contoh keterampilan yang diharapkan berkembang pada peserta didik ialah keterampilan :

- a. Mengamati;

- b. Menggolonglongkan;
- c. Menerapkan konsep;
- d. Meramalkan;
- e. Menafsirkan;
- f. Menggunakan alat;
- g. Mengkomunikasikan;
- h. Mengajukan pertanyaan;
- i. Merencanakan penelitian atau percobaan.

Keterampilan ini akan terwujud jika peserta didik diberikan kesempatan untuk melaksanakannya di dalam kegiatan pembelajaran.

3. Mengembangkan wawasan, sikap, dan nilai yang berguna bagi peserta didik untuk meningkatkan kualitas kehidupan sehari-hari. Memperluas wawasan terhadap alam secara benar sesuai dengan sifat alamnya, misalnya terjadinya bianglala merupakan gejala alam yang dapat diterangkan secara rasional, pohon yang besar mempunyai sifat sama dengan pohon-pohon lainnya yang sering kita tebang.

Dari segi sains, tidak ada pohon yang keramat, semuanya sama dan unsur-unsur yang membangunnya dapat dianalisis secara ilmiah. Sikap peduli terhadap lingkungan, tanggap terhadap perubahan lingkungan, sikap objektif dan terbuka merupakan tugas pembelajaran sains untuk dikembangkannya. Nilai-nilai yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran sains misalnya rasa cinta lingkungan, rasa cinta terhadap sesama makhluk hidup, menghormati hak asasi manusia dan sebagainya.

4. Mengembangkan kesadaran tentang adanya hubungan keterkaitan yang saling mempengaruhi antara kemajuan sains dan teknologi dengan keadaan lingkungan dan pemanfaatannya bagi kehidupan sehari-hari.

Kesadaran akan keterkaitan antara kemajuan sains dengan teknologi hanya akan dikenal jika pembelajaran sains selalu disajikan dengan mengkaitkannya aplikasi sains dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, sangat diharapkan bahwa setelah peserta didik memahami konsep sains maka konsep itu dihubungkan dengan aplikasinya dalam

kehidupan peserta didik, misalnya, pemuaian udara dihubungkan dengan bentuk kompor di rumah atau dihubungkan dengan prinsip pemadam kebakaran.

5. Mengembangkan kemampuan untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta keterampilan yang berguna dalam kehidupan sehari-hari maupun untuk melanjutkan pendidikannya ke tingkat yang lebih tinggi.

Adapun contoh penerapan IPA dalam kehidupan sehari-hari antara lain adalah pada pembuatan obat-obatan, pembuatan sabun, pembuatan garam dapur, pengawetan bahan pangan, memadamkan api ketika kebakaran, pengolahan makanan dan lain sebagainya. Beberapa contoh dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pembuatan bubur sagu (Bubur Ne bahasa Ambon). Dalam proses pembuatannya terdiri dari sagu yg sudah dikeringkan dan dibentuk butiran-butiran kecil/halus, air, gula merah dan santan. Dengan menggunakan konsep massa jenis kita bisa memprediksi apakah bubur yang disajikan kepada kita sudah manis atau belum. Bila bulatan sagu sudah terapung dalam campuran gula, santan dan air yang dihidangkan berarti sudah manis, karena massa jenis sagu menjadi lebih kecil dari pada kuah manisnya.



Gambar 12.1. BuburSagu/Bubur Ne
(Sumber instafoodmaluku/photos)

2. Proses pengawetan bahan pangan. Beberapa teknik pengawetan makanan yang biasa digunakan adalah penggaraman/pengasinan, pemanisan, dan pengeringan. Konsep yang digunakan adalah tekanan osmotik sel dari bakteri yang ada di dalam bahan pangan. Dengan melakukan pengasinan dan pemanisan maka akan terjadi perbedaan tekanan osmotik antara larutan garam atau gula dengan sel dari bakteri. Dalam konsep tekanan osmotik akan terjadi pertukaran pelarut dari tempat yang lebih encer ke tempat yang lebih pekat melalui membran semipermeabel. Dengan demikian air dalam sel bakteri akan keluar dari sel akibatnya sel menjadi dehidrasi dan bakteri tidak akan tumbuh dengan baik. Akibatnya makanan kita menjadi awet dan tidak mudah busuk.
Contoh : penggaraman ikan cakalang dan manisan Pala di Pulau Banda Kabupaten Maluku Tengah.



Gambar 12.2. Salah satu proses penggaraman ikan di Pulau Banda

(<https://www.paulinegaspersz.com/2014>)



Gambar 12.3. Proses pembuatan manisan Pala banda
(Sumber Balai Pelestarian Nilai Budaya Ambon, Dirjen
Kebudayaan RI)

3. Untuk memadamkan api ketika terjadi kebakaran disarankan menggunakan karung yang dibasahi atau tabung pemadam kebakaran. Hal ini terkait dengan konsep kebakaran, bahwa suatu benda akan terbakar bila memenuhi 3 syarat, yaitu : benda mudah terbakar, ada oksigen, dan mencapai titik nyala. Bila hendak mencegah terjadinya kebakaran maka hilangkan salah satu syarat tersebut, namun bila kebakaran terlanjur terjadi yang paling mudah adalah menghentikan suplai oksigen dengan menyelimuti api menggunakan karung yang dibasahi (karung basah tidak ada lubang untuk aliran oksigen). Petugas pemadam kebakaran menggunakan smprotan air untuk menurunkan titik nyala dari benda yang terbakar, bisanya juga menyemprot benda yang mudah terbakar yang ada di sekitarnya agar tidak mencapai titik nyala. Cara kerja fire extinguisher adalah menyemprotkan gas CO_2 untuk menghalangi suplay oksigen pada api yang menyala. Bila kita paham konsepnya maka dengan mudah kita bisa menyelesaikan masalah kebakaran. Namun kebakaran pada tangki minyak disarankan tidak menggunakan air karena suhunya sangat panas sehingga dikawatirkan air akan terurai menjadi oksigen dan hidrogen yang dapat berperan sebagai bahan bakar akibatnya nyala api akan bertambah besar.

4. Peralatan masak ibu-ibu asal Maluku di dapur menggunakan tangkai dari bahan yang tidak menghantarkan panas. Maka dipilih kayu karena kedua bahan tersebut tidak menghantarkan panas. Kita menjadi nyaman menggunakan peralatan tersebut ketika memasak. Misalnya dalam proses pembuatan Pepeda (makanan khas orang Maluku), menggunakan sendok dari kayu (aru-aru papeda), fungsinya untuk mengaduk campuran sagu dengan air panas mendidih yang membentuk papeda untuk dijadikan makanan.



Gambar 12.4. Aru-aru papeda
Sumber : masarikuonline.com

DAFTAR PUSTAKA

- Bundu, Patta. 2006. Penilaian Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah dalam Guru dan Calon Guru. Jakarta: Rajawali Pers.
- Filindity, Yuli. 2019. Pembelajaran IPA Terpadu. Bahan Ajar tidak terpublikasi.
- Samatowa, Usman. 2006. Bagaimana Membelajarkan IPA di Sekolah Guru dan Calon Guru. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sayekti IC. 2015. Peran Pembelajaran IPA Di Sekolah Dasar Dalam Membangun Karakter Anak. Prosiding Seminar Nasional Dan Call Papers.PGSD FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/bitstream/handle/11617/6010/13>
- Sukardjo. 2008. Handout Mata Kuliah Evaluasi Pembelajaran IPA. Yogyakarta: PPs Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sulthon. 2016. Pembelajaran IPA Yang Efektif Dan Menyenangkan Bagi Peserta didik MI. Jurnal Elementary. Vol 4(1). <https://journal.iainkudus.ac.id/index.php/elementary/article/view/1969>
- Sri Sulistyorini. 2007. Pembelajaran IPA Sekolah Dasar. Semarang: Tiara Wacana
- Susanto Ahmad. 2013. IPA Suatu Usaha Manusia Dalam Memahami Alam Semesta Melalui Pengamatan Yang Tepat Pada Sasaran.Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Suyudi, Agus. 2003. Dasar-dasar IPA. Malang: F.MIPA UNM.
- Trianto. 2014. IPA Suatu Kumpulan Teori Yang Sistematis Sekolah Dasar .Yogyakarta: Tiara Wacana.

BIODATA PENULIS



Fahmy Rinanda Saputri, S.T., M.Eng.

Dosen Program Studi Teknik Fisika

Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara

Penulis lahir pada bulan Agustus 1993 di Cilacap. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Fisika Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Fisika Universitas Gadjah Mada dan melanjutkan studi pada Program Magister Teknik Fisika Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni bidang instrumentasi, fisika bangunan, dan energi baru terbarukan.

BIODATA PENULIS



Dr. Maryone Saija, S.Pd., M.Pd.

STIKES Pasapua Ambon
Universitas Pattimura.

Penulis lahir di Ambon tanggal 14 Desember 1988. Anak ke 2 dari 3 bersaudara merupakan Lulusan Sarjana Pendidikan Kimia (S1) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Pattimura pada tahun 2011 dan juga telah menyelesaikan pendidikan Magister (S2) pada Program Studi S2 Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Makassar pada tahun 2014. Menyelesaikan pendidikan pada Program Studi S3 Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang di tahun 2022. Penulis merupakan dosen Dpk LLDIKTI Wilayah XII Maluku-Maluku Utara sejak tahun 2015 yang bertugas pada StiKes Pasapua Ambon dan saat ini penulis juga aktif mengajar di Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Pattimura. Penulis aktif menulis dengan bidang keahlian literasi sains, argumentasi sains, psikologi pendidikan, pendidikan berbasis etnosains dan kearifan lokal.

BIODATA PENULIS



Nurul Fuadi, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Fisika,
Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Penulis lahir di Sengkang Kab. Wajo tanggal 30 Oktober 1983. Anak ke 1 dari 2 bersaudara merupakan Lulusan Sarjana Fisika (S1) Fakultas MIPA di Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun 2007 dan juga telah menyelesaikan pendidikan Magister (S2) pada jurusan Biofisika Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor pada tahun 2010. Saat ini Penulis aktif mengajar di Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar. Mata kuliah yang diajarkan di antaranya Fisika Dasar, Biofisika, Termodinamika, Fisika Statistik, Biomaterial, Biokimia dan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia. Penulis telah menulis buku referensi Fisika Dasar, Fisika Optik, dan Anatomi Olahraga. Penulis juga aktif menerbitkan beberapa artikel baik jurnal Nasional bersinta maupun prosiding conference Nasional dan Internasional. Penulis juga sebagai reviewer pada jurnal JFT Jurusan Fisika UINAM dan jurnal JPF Jurusan Pendidikan Fisika UINAM. Serta aktif dalam organisasi bidang kepakaran maupun non kepakaran.

Email : nurul.fuadi@uin-alauddin.ac.id

BIODATA PENULIS



Musma Rukmana, S.Pd., M.Pd.

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumian
Universitas Negeri Manado

Penulis lahir di Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan pada tanggal 19 Juni 1992. Penulis telah menyelesaikan studi S1 Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Makassar pada tahun 2015, kemudian menyelesaikan studi S2 Pendidikan Biologi di kampus yang sama pada tahun 2018. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif menjadi pengurus organisasi di Himpunan Mahasiswa Biologi FMIPA UNM. Mulai September 2016, penulis aktif menjadi seorang guru honorer di tiga sekolah yang ada di Kabupaten Pangkep. Bulan Maret tahun 2022, penulis diterima dan diangkat sebagai dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumian, Universitas Negeri Manado. Saat ini penulis juga dipercaya sebagai Dosen Pembimbing Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Biologi FMIPAK UNIMA.

BIODATA PENULIS



Mellyatul Aini, M.Pd.

Dosen Jurusan Pendidikan IPA
Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam Dan Kebumian
Universitas Negeri Manado

Penulis lahir di Jember tanggal 5 November 1994. Penulis adalah dosen tetap di Jurusan Pendidikan IPA, Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam Dan Kebumian, Universitas Negeri Manado. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Pendidikan Biologi tahun 2017, dan menyelesaikan S2 di Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam tahun 2020, Universitas Jember. Penulis menekuni bidang menulis, khususnya artikel ilmiah, buku referensi dan buku ajar.

Penulis pernah bekerja sebagai dosen di salah satu kampus swasta di Banyuwangi yaitu Universitas Bakti Indonesia, fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Biologi, selama satu tahun. Selanjutnya lolos dalam tes penerimaan ASN pada tahun 2021 dan ditempatkan sebagai dosen di Jurusan Pendidikan IPA, Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumian, Universitas Negeri Manado.

BIODATA PENULIS



Rahmaniah, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Fisika
Fakultas Sain Dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Penulis lahir di Ujung Pandang tanggal 13 Februari 1980. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Fisika Fakultas Sain Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Fisika Universitas Negeri Makassar dan melanjutkan S2 pada Jurusan Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis telah menulis Buku referensi Fisika Lingkungan dan Buku Fisika Statistik. Telah menghasilkan beberapa tulisan dalam bentuk makalah, Jurnal dan Prosiding Conference. Penulis juga aktif sebagai reviewer jurnal Fisika dan Terapan (JFT) Jurusan Fisika UIN Alauddin Makassar.

BIODATA PENULIS



Nurlia Zahara, S. Pd.I., M. Pd.

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Penulis lahir di Aceh Utara tanggal 21 September 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis menyelesaikan studi S-1 di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah Institut Agama Islam Negeri Banda Aceh tahun 2011, dan studi S-2 di Program Studi Magister Pendidikan Biologi Pasca Sarjana Universitas Syiah Kuala pada tahun 2014. Karya tulis yang pernah di hasilkan yaitu Buku Integrasi Ayat Al-Quran Etika Lingkungan dan Morfologi Tumbuhan.

BIODATA PENULIS



Ika Maulita, S.Pd., M.Sc.

Dosen Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Penulis lahir di Pati. Penulis adalah dosen pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman. Menyelesaikan pendidikan S2 pada Jurusan Fisika Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni bidang Fisika Bumi.

BIODATA PENULIS



Dr. Kurniati Abidin, M.Si.

Dosen Program Studi Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Alauddin Makassar

Dilahirkan di Pompanua pada tanggal 14 Oktober 1982, Sulawesi Selatan. Penulis memasuki jenjang S1 di Jurusan Fisika FMIPA UNM Makassar pada tahun 2001 hingga tahun 2005, di lanjutkan progra, pendidikan Fisika dari tahun 2005-2007. Selanjutnya, pada tahun 2007 hingga 2009, penulis melanjutkan kuliah ke jenjang S2 pada Program Studi Fisika di bidang Material, Program Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Pada tahun 2017 hingga tahun 2021, penulis melanjutkan kuliah ke jenjang S3 pada Program Studi Doktor Fisika Institut Teknologi Bandung (ITB). Pada tahun 2013, penulis di terima menjadi dosen tetap di Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

Selama mengajar di Jurusan Fisika, ia telah mengajarkan berbagai mata kuliah di antaranya mata kuliah Fisika Kuantum, Fisika Statistik, Fisika Matematika, Fisika Modern, Fisika Dasar. Penulis juga aktif sebagai reviewer di jurnal JFT dan Sainfis UIN Alauddin Makassar. Adapun penelitian dan karya ilmiah yang telah dihasilkan adalah sebagai berikut.

1. Karakterisasi XRD pada Penumbuhan CNT di atas Substrat Gelas Corning 7059 menggunakan nanokatalis Ag dengan metode HWC-VHF-PECVD. (Prosiding SKF 2018)

2. Study of growth of silver nano catalyst for carbon nano tube growth. (Material today: Proceedings 2021)
 3. Optimization of Ag catalyst growth by vacuum thermal evaporation. (Journal, 2021)
 4. Pengaruh massa source Ag terhadap ketebalan thin film melalui deposisi vacuum thermal evaporation. (Jurnal 2021)
 5. Simulasi monte carlo untuk model ising 2D pada kisi bujur sangkar menggunakan algoritma metropolis. (Jurnal, 2021)
 6. Nickel thin film preparation and its characterization as catalyst for HWC in plasma-PECVD-growth graphene. (Material Today: Proceedings, 2021)
 7. Effect of precursor gas inlet position relative to hot wire cells in HWC-IP-PECVD systems for low-temperature graphene growth. (Journal, 2022)
 8. Studi Karakterisasi XRD pada material CNT melalui variasi tegangan hot wire. (Jurnal, 2023)
 9. Pengaruh Variasi Waktu Annealing terhadap Persen Massa Ag melalui Uji Spektroskopi EDX (Sainfis, 2023)
 10. Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami Ekstrak Limbah Kulit Jagung terhadap Laju Korosi Material Baja ST37 dalam Medium NaCl 3%
 11. Book Chapter, Fisika Dasar II. CV Media Sains Indonesia
- Email Penulis: kurniati.abidin@uin-alauddin.ac.id

BIODATA PENULIS



Jessica Elfani Bermuli, S.Pd., M.Si.

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pelita Harapan

Jessica Elfani Bermuli lahir di Jakarta, pada 12 Agustus 1988. Penulis tercatat sebagai lulusan S1 Universitas Pelita Harapan di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Pendidikan. Pada November tahun 2017, Penulis lulus dari Program Pascasarjana IPB, Program Studi Biologi Tumbuhan, dengan bidang peminatan Ekologi Tumbuhan. Saat ini penulis mengajar sebagai Dosen di Universitas Pelita Harapan, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Pendidikan sejak Januari 2018 hingga sekarang. Penulis telah menghasilkan beberapa jurnal ilmiah dan beberapa *book chapter* di bidang Biologi, serta beberapa jurnal di bidang Pendidikan Biologi.

BIODATA PENULIS



Fera Annisa, S.Pd., M.Sc.

Dosen Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Penulis lahir di Aceh Besar tanggal 5 Januari 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Menyelesaikan pendidikan S1 pada FKIP Pendidikan Fisika di Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh dan melanjutkan S2 di bidang Energy Technology pada Faculty Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia.

BIODATA PENULIS



Yuli Tamar Filindity

Dosen Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan -Universitas Pattimura

Penulis lahir di Tehoru, tanggal 2 Juli 1980. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Dosen Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan -Universitas Pattimura. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP Unpatti, dan melanjutkan S2 pada Program Pascarasjana Program Studi Pendidikan Sains Universitas Negeri Yogyakarta. Penulis lebih menekni bidang Pendidikan Sains