

DIKTAT KULIAH

BIOLOGI UMUM

Oleh:

**AKBAR HANDOKO, M.Pd
LESTARI**

PROGRAM STUDI : PENDIDIKAN BIOLOGI



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
2020**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Atas nikmat dan karunia-Nya pula diktat BIOLOGI UMUM ini dapat terselesaikan.

Diktat BIOLOGI UMUM disusun dari berbagai literature yang diperuntukkan sebagai bahan pegangan mahasiswa pendidikan biologi yang menempuh mata kuliah Biologi Umum. Ucapan terima kasih penyusun sampaikan kepada Dosen Pembimbing Akbar Handoko, M.Pd yang telah memberikan waktu, bimbingan dan arahan kepada penyusun dari sebelum hingga terselesainya diktat ini.

Penyusunan DIKTAT BIOLOGI UMUM ini masih jauh dari sempurna, maka saran dan kritik yang membangun sangat penyusun harapkan.

Bandar Lampung, Oktober 2020

Tim Penyusun

ABSTRAK

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS), DIKTAT BIOLOGI UMUM

Oleh :

LESTARI

Dunia biologi terdiri atas semua makhluk hidup yang mendiami planet kita, dari jasad renik sampai tumbuhan dan hewan tingkat tinggi. Ilmu pengetahuan biologi ini juga mempelajari keanekaragaman, struktur, proses-proses fisiologi, hubungan antar makhluk hidup, dan interaksi dengan lingkungannya. Jadi, biologi adalah ilmu yang mempelajari segala hal yang berhubungan dengan kehidupan. Kata biologi itu sendiri berasal dari sambungan dua patah kata bahasa Yunani, bio berarti hidup atau kehidupan, dan logos berarti ilmu. Selain membantu manusia mengenal dirinya sebagai makhluk hidup dan mengenal lingkungannya, biologi juga membantu manusia dalam memecahkan masalah-masalah kehidupan yang dihadapinya.

Pemecahan masalah-masalah tersebut seperti penemuan vaksin, bibit unggul, dan sebagainya, tentunya dilakukan melalui proses ilmiah/penelitian yang sistematis dengan metode ilmiah, walaupun ada di antaranya yang diperoleh secara kebetulan. Juga, dengan bertambahnya jumlah populasi manusia membawa dampak yang mengejutkan, seperti peningkatan kebutuhan akan pangan dan bahan-bahan alam yang menyebabkan perusakan lingkungan, penurunan indeks keanekaragaman flora dan fauna, dan bertambahnya masalah-masalah di bidang kesehatan manusia. Sel yang pertama mungkin terjadi dari persenyawaan molekul-molekul organik ini. Secara umum setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan mampu menjelaskan konsep dasar biologi. Juga, secara khusus diharapkan dapat mengerti tentang dunia biologi dan proses ilmiah dalam biologi.

Kata Kunci : Rencana Pembelajaran Semester (Rps), Diktat.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iii
SILABUS BIOLOGI UMUM	vi
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER	viii
KONTRAK PERKULIAHAN	1
BAB I. METODE ILMIAH DALAM BIOLOGI	4
1. Hakekat Manusia dan Sifat Keingintahuannya	4
2. Perkembangan ilmu pengetahuan dalam islam	4
3. Metode Ilmiah	6
4. Mikroskop	7
5. Biologi Sebagai Pengetahuan Ilmiah	12
6. Klasifikasi Makhluk Hidup	14
7. Latihan soal	17
8. Daftar Pustaka	20
BAB II. SEL SEBAGAI UNIT STRUKTURAL DAN FUNGSIONAL DALAM ORGANISME	21
1. Pengertian sel	21
2. Strukur dan fungsi organel sel sebagai unit struktural dan fungsional makhluk hidup.....	24
3. Perbedaan Sel hewan dan tumbuhan	31
4. Latihan soal	32
5. Daftar Pustaka	35
BAB III. STRUKTUR DAN ORGAN TUBUH HEWAN	36
1. Jaringan Pada Hewan	36
2. Sistem Organ Pada hewan	40
3. Latihan soal	43
4. Daftar Pustaka	43
BAB IV STRUKTUR DAN ORGAN TUBUH TUMBUHAN	44
1. Jaringan Meristem	44
2. Jaringan Permanen	45

3. Organ dan sistem organ pada tumbuhan	49
4. Latihan soal	56
5. Daftar Pustaka	56
BAB V. METABOLISME DAN ENERGI SEL	57
1. Pengertian metabolisme	57
2. Enzim	57
3. ATP	59
4. Anabolisme/asimilasi/sintesis	60
5. Katabolisme.....	64
6. Latihan soal	70
7. Daftar Pustaka	70
BAB VI. KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HDUP.....	71
1. Konsep keanekaragaman makhluk hidup	71
2. Faktor penyebab terjadinya keanekaragaman makhluk hidup	72
3. Keanekeragaman ekosistem	73
4. Keanekeragaman jenis	74
5. Keanekeragaman genetik	76
6. Prinsip-prinsip pengelompokkan makhluk hidup	76
7. Sistem tata nama makhluk hidup	81
8. Monera	83
9. Protista	84
10. Fungi	86
11. Latihan soal	92
12. Daftar Pustaka	92
BAB VII. EKOLOGI DAN KOMPONEN EKOLOGI	93
1. Sejarah ekologi	93
2. Pengertian ekologi.....	93
3. Hubungan ekologi dengan ilmu-ilmu lain.....	95
4. Ekologi dalam perspektif islam.....	96
5. Pembagian ekologi	98
6. Ruang lingkup ekologi	99
7. Ekosistem	100
8. Macam –macam ekosistem	101

9. Biosfer	105
10. Aplikasi ekologi	106
11. Latihan soal	107
12. Daftar Pustaka	107
BAB VIII. ETOLOGI.....	108
1. Pengertian etologi.....	108
2. Perilaku makhluk hidup	108
3. Adaptasi tingkah laku.....	108
4. Adaptasi fisiologi	111
5. Adaptasi morfologi.....	111
6. Latihan soal	112
7. Daftar Pustaka	113
BAB IX. HEREDITAS.....	114
1. Pengertian hereditas	114
2. Istilah –istilah dalam hereditas	114
3. Hukum mendel	117
4. Penyimpangan semu hukum mendel.....	120
5. Pola-pola hereditas	121
6. Hereditas pada manusia	125
7. Upaya – upaya menghindari kelainan menurun.....	129
8. Latihan soal	130
9. Daftar Pustaka	131
BAB X. EVOLUSI.....	132
1. Pandangan Evolusi Sebelum Masa Darwin.....	132
2. Pandangan Evolusi menurut agama dan beberapa ahli lain.....	133
3. Teori gradualisme.....	136
4. Teori evolusi dalam perspektif islam	137
5. Peradaban dan perkembangan manusia.....	138
6. Latihan soal	142
7. Daftar Pustaka	142

DAFTAR PUSTAKA

SILABUS

MATA KULIAH	: Biologi Umum
PROGRAM	: Strata satu (S1)
KODE MATA KULIAH	: BIO-101
KOMPONEN	: MKB
SEMESTER	: III (tiga)
BOBOT SKS	: 3 sks
STANDAR KOMPETENSI	: <i>Setelah mengikuti mata kuliah ini mahasiswa mengetahui dan memahami biologi sebagai ilmu dan menguasai konsep dan prinsip dasar biologi secara menyeluruh, memahami hubungan timbal balik antara aktivitas manusia dengan lingkungannya.</i>

Kompetensi Dasar	Materi Pokok dan Uraian Materi Pokok	Pengalaman Belajar	Jenis dan Bentuk Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber/Bahan/ Alat
<p>Mahasiswa dapat menerapkan langkah-langkah metode ilmiah</p> <p>Mahasiswa mampu memahami satuan organisasi secara struktural dan fungsional,</p> <p>Mahasiswa mampu memahami Keanekaragaman dan dasar-dasar sistematika.</p> <p style="text-align: center;">Pertemuan ke - 8</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Metode Ilmiah • Mikroskop dan cara penggunaannya • Satuan struktural dan fungsional organisasi makhluk hidup • Keanekaragaman dan dasar-dasar sistematika <p style="text-align: center;">Ujian Tengah Semester</p>	<p>Mahasiswa dapat menerapkan langkah-langkah metode ilmiah dalam memecahkan masalah</p> <p>Mahasiswa mampu menjelaskan satuan organisasi secara struktural dan fungsional.</p> <p>Mahasiswa mampu menjelaskan Keanekaragaman dan dasar-dasar sistematika.</p> <p style="text-align: center;">U</p>	<p>Diskusi dan Praktikum</p> <p>Tugas mingguan dan Praktikum</p> <p>Tugas mingguan dan Praktikum</p> <p style="text-align: center;">T</p>	<p>Pertemuan 1 dan 2</p> <p>Pertemuan 3,4, dan 5</p> <p>Pertemuan 6 dan 7</p> <p style="text-align: center;">S</p>	<p>1) Raven, P dan Johnson, G. 2001. Biology Sixth Edition. Washington:Mcgraw-Hill College</p> <p>2) Campbell, N.A., Reece J.B., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman SA., Minorsky PV dan Jackson R.B, 1999. Biologi Edisi Kelima. Alih Bahasa: Damaring Tyas Wulandari, Jakarta: Erlangga.</p>

Mahasiswa mampu memahami proses-proses yang berkaitan dengan metabolisme	<ul style="list-style-type: none"> • Metabolisme 	Mahasiswa mampu menjelaskan proses-proses yang berkaitan dengan metabolisme	Diskusi dan Praktikum	Pertemuan 9 dan 10	3) Kimbal, J.W.1990. Biologi. Alih Bahasa: Soetarmi. Erlangga. Jakarta.
Mampu memahami hukum-hukum genetika dan evolusi	<ul style="list-style-type: none"> • Hukum-hukum genetika dan evolusi 	Mampu mengaplikasikan hukum-hukum genetika dan menganalisis terjadinya evolusi	Diskusi dan Praktikum	Pertemuan 11 dan 12	4) Simon E, Jane R, Jean D. 2013. Essential Biology with Physiology Fourth Edition. United States of America:Pearson Education, Inc.
Mahasiswa mampu memahami interaksi antara organisme dan lingkungannya	<ul style="list-style-type: none"> • Interaksi antara organisme dan lingkungannya 	Mahasiswa mampu menjelaskan pola interaksi antara organisme dan lingkungannya.	Diskusi dan Tugas mingguan	Pertemuan 13 dan 14	5) Suryo. 1990. Genetika Manusia. Yogyakarta. Gajahmada University Press.
Mahasiswa Mampu Memahami Teori, Mekanisme Dan Bukti Adanya Evolusi	<ul style="list-style-type: none"> • Evolusi 	Mahasiswa Mampu menganalisis Teori, mekanisme dan bukti adanya evolusi	Diskusi dan Praktikum	Pertemuan 15 dan 16	6) Cecie Star and Ralph Taggart. <i>Biology :The Unity and Diversity of Live</i> , 7 th edition, - Copyright © 1995 by Wadsworth Publishing Co
Ujian Akhir Semester					



**RENCANA PEMBELAJARAN
SEMESTER (RPS) PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN BIOLOGI UIN RADEN
INTAN LAMPUNG**

I	Identitas Mata Kuliah	Nama MK	Kode	SKS	Semester
		Biologi Umum	BIO-101	3	Ganjil 2020/2021
		Diperiksa oleh	Kota/Tgl/Bulan/ Tahun	Koordinator	Ketua prodi
		TTD			TTD
		Akbar Handoko, M.Pd			Dr. Eko Kuswanto, M.Si
II	Deskripsi Singkat Mata Kuliah Sinopsis	Mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib yang membahas tentang biologi sebagai pengetahuan tentang makhluk hidup, yang dikaji dalam beberapa topik, sebagai berikut: (1) Sel sebagai unit struktural dan fungsional dalam organisme, (2) Struktur dan organisasi tubuh hewan, (3) Struktur dan organisasi tubuh tumbuhan, (4) Metabolisme dan Energi Sel, (5) Keanekaragaman Makhluk Hidup, (6) Dasar-dasar klasifikasi makhluk hidup, (7) Ekologi dan komponen ekologi, (8) Tingkah laku, (9) Hereditas, dan (10) Evolusi.			
III	Capaian Pembela- jaran (CP)	<p>A. Aspek (S)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Taat hukum dan disiplin dalam kehidupan masyarakat dan bernegara (S7) 2) Menginternalisasi nilai, norma dan etika akademik (S8) 3) Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya (S3) <p>B. Keterampilan Umum (KU)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, inovatif, bermutu dan terukur dalam pekerjaan yang spesifik dibidang keahliannya serta sesuai dengan standar kompetensi kerja bidang yang bersangkutan (KU1) 2) Mampu bertanggung jawab atas pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervise dan evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaan yang ditugaskan kepada yang berada dibawah tanggung jawabnya (KU7) 3) Mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi (KU9) 4) Mampu berkomunikasi secara efektif, empatik, dan santun dengan peserta didik, sesama pendidik, tenaga kependidikan, 			

		<p>orang tua dan masyarakat (KU 11)</p> <p>C. Keterampilan Khusus (KK)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mampu menerapkan penguasaan konsep-konsep biologi, Ilmu Pendidikan dan memanfaatkan perkembangan IPTEKS yang sesuai dengan Standar Nasional Pendidikan, permasalahan di kelas dan sekolah, perkembangan peserta didik mampu mencapai tujuan pendidikan dan mengaktualisasi berbagai potensi yang dimilikinya sesuai bidang kerja yang ditekuni (KK2) 2) Mampu bertanggung jawab terhadap tugasnya sebagai pendidik serta menunjukkan etos kerja dan tanggung jawab yang tinggi, rasa bangga dan percaya diri sebagai pendidik, dan mampu berkomunikasi secara efektif, berlandaskan kode etik guru, baik di kelas, sekolah maupun dimasyarakat (KK11) <p>D. Pengetahuan (P)</p> <p>Menguasai konsep, prinsip, dan prosedur dasar biologi berkaitan dengan sel dan molekul, fisiologi, genetika, struktur dan perkembangan, biosistemika, evolusi dan ekologi serta terapannya (unity, continuity, diversity, dan interaction) melalui kerja ilmiah dan berpikir ilmiah minimal sesuai dengan kedalaman dan keluasan bagi pembelajaran biologi di sekolah.</p>
		<p>Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi (LO) Mata Kuliah</p> <p>A. Sikap (S)</p> <p>Setelah mempelajari Biologi Umum, mahasiswa memiliki sikap serta tata nilai sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Disiplin dalam pembelajaran (S7) b. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik dalam pembelajaran (S8) c. Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas tugas yang diberikan (S9) <p>B. Keterampilan Umum (KU)</p> <p>Setelah mempelajari Biologi Umum, mahasiswa memiliki keterampilan umum sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, inovatif, bermutu dan terukur dalam pembelajaran (KU1) b. Mampu bertanggung jawab atas pencapaian hasil kelompok belajar dan mandiri (KU8) c. Mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi (KU9) d. Mampu berkomunikasi secara efektif, empatik dan santun dengan sesama mahasiswa, kelompok belajar, dan dosen (KU11). <p>C. Keterampilan Khusus (KK)</p> <p>Setelah mempelajari Biologi Umum, mahasiswa memiliki keterampilan khusus sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Mampu menerapkan konsep-konsep biologi dan memanfaatkan perkembangan IPTEKS yang sesuai dengan Standar Nasional Pendidikan (KK1)

		<p>b. Mampu bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan, dan mampu berkomunikasi secara efektif baik di dalam kelompok belajar, dan di kelas</p> <p>D. Penguasaan Pengetahuan (P) Setelah mempelajari Biologi Umum, mahasiswa memiliki pengetahuan, sebagai berikut: Mampu mengaplikasikan konsep dan prinsip biologi umum serta keilmuan biologi dalam pelaksanaan praktikum pada pembelajaran biologi umum berdasarkan pada Standar Nasional Pendidikan sehingga menghasilkan desain praktikum dalam pembelajaran sesuai dengan perkembangan IPTEKS, perkembangan mahasiswa dan karakteristik lingkungannya. (P1)</p>
--	--	--

IV	Media Pembelajaran	Software	Hardware
		<ul style="list-style-type: none"> • Video/animasi pembelajaran • Powerpoint pembelajaran • Buku ajar 	<ul style="list-style-type: none"> • Netbook/laptop • LCD • Speaker • whiteboard

V	Mata Kuliah Prasyarat	
----------	------------------------------	--

VI	Minggu Ke	CPL-MK	Bahan Kajian	Bentuk Pembelajaran	Estimasi Waktu	Penilaian	
						Indikator	Bobot (%)
	I	<p>Mahasiswa mampu untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menerapkan RPS, mengetahui capaian pembelajaran, syarat perkuliahan, hak dan kewajiban selama perkuliahan dan assesment dalam proses pembelajaran 2. Mendeskripsikan konsep-konsep umum biologi sebagai ilmu pengetahuan tentang makhluk hidup dan manfaatnya dalam kehidupan manusia 3. Menjelaskan konsep Biologi sebagai Ilmu dan metode ilmiah 	<p>Pengantar Perkuliahan</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Pengenalan mata kuliah Biologi Umum b. Penjelasan RPS c. Penjelasan hak dan kewajiban mahasiswa dalam proses pembelajaran d. Penjelasan bentuk pembelajaran tatap muka, praktikum, kelompok dan mandiri e. Penjelasan bentuk penugasan f. Penjelasan bentuk assesment pembelajaran g. Pembagian Tugas kelompok dan individual h. Pembentukan kelompok belajar i. Pengertian Ruang lingkup Biologi j. Keterkaitan biologidengan ilmu-ilmu lain dalam MIPA k. Metode ilmiah l. Mikroskop dan cara penggunaannya 	<p>Metode Ceramah, Diskusi, dan Tanya-jawab</p>	2x50	<p>Disiplin, Bertanggung Jawab, Menyampaik an Pendapat, Menanggapi, Menguasai Konsep</p>	5
	II	<p>Mahasiswa mampu untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika, serta berkomunikasi lisan dan tulis 	<p>Sel sebagai unit struktural dan fungsional dalam organisme</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Sejarah penemuan, pengertian dan metoda pengamatan sel b. Kandungan dan sifat sel c. Bentuk dan ukuransel 	<p>Metode : Ceramah, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri Pendekatan:</p>			5

		2. Mendeskripsikan, menganalisis dan membuktikan tentang sel sebagai unit struktural dan fungsional dalam organisme	d. Jenis-jenis sel	Konsep Penugasan: Tugas individual dan kelompok			
	III	Mahasiswa mampu untuk: 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika, serta berkomunikasi Lisan dan tulis 2. Menjelaskan, mendeskripsikan dan menganalisis sel sebagai unit struktural dan fungsional	Sel sebagai unit struktural dan fungsional dalam organisme (2) e. Struktur sel dan fungsi f. Transformasi materi intra dan antar sel	Metode Ceramah, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri, Praktikum 1xP Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			5
	IV	Mahasiswa mampu untuk: 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Menjelaskan, mendeskripsikan dan menganalisis struktur dan	Struktur dan organisasi tubuh hewan a. Struktur dan organisasi tubuh hewan tingkat rendah b. Struktur dan organisasi tubuh hewan tingkat tinggi	Model Discovery Learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri, Praktikum			5

		organisasi tubuh Hewan		1xP Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			
	V	Mahasiswa mampu untuk: 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Menjelaskan, mendeskripsikan dan menganalisis struktur dan organisasi tubuh tumbuhan	Struktur dan organisasi tubuh tumbuhan a. Struktur dan organisasi tubuh tumbuhan tingkat rendah b. Struktur dan organisasi tubuh tumbuhan tingkat tinggi	Model Discovery Learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri, Praktikum 1xP Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			5
	VI	Mahasiswa mampu untuk: 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis	Metabolisme dan Energi Sel a. Cara organisme mendapatkan materi dari lingkungannya b. Anabolisme dan Katabolisme c. Energi sel d. Energi potensial dan energi	Model Discovery Learning Metode Presentasi, Tanya jawab,			5

		2. Menjelaskan, menganalisis hubungan antara metabolisme sel dengan energi metabolisme, serta mengaitkan konsepkonsep fisika dengan energi metabolisme	Kinetic e. Hukum termodinamika.	Pemberian tugas mandiri, Praktikum 1xP Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			
	VII	Mahasiswa mampu untuk: 1) Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2) Menjelaskan dan menelaah makhluk hidup berdasarkan tingkat gen, jenis dan tingkat ekosistem serta mampu menggali keanekaragaman hayati di Indonesia	Keanekaragaman Makhluk Hidup a. Keanekaragaman tingkat gen b. Keanekaragaman tingkat jenis c. Keanekaragaman tingkat ekosistem d. Hubungan antara keanekaragaman tingkat, gen, jenis, dan ekosistem. e. Keanekaragamanhayati Indonesia.	Model Problem based learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			5

	VIII	Mahasiswa mampu untuk: 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Menjelaskan, mendeskripsikan, menganalisis, membedakan, menelaah konsep-konsep biologi umum dalam uji pengetahuan	Ujian Tengah Semester Materi uji: Materi pertemuan 2 s/d 8	Tes tertulis: Essay		Menguasai Konsep	15
	IX	Mahasiswa mampu untuk: 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Menjelaskan dan menerapkan dasar-dasar klasifikasi makhluk hidup,	Dasar-dasar klasifikasi makhluk hidup a. Tujuan klasifikasi b. Kegunaan klasifikasi c. Sejarah perkembangan klasifikasi d. Binomial nomenclature	Model Discovery Learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri, Praktikum 1xP Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			5

	X	<p>Mahasiswa mampu untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. menganalisis dan menerapkan prinsip dasar ekologi 	<p>Ekologi dan Komponen ekologi (1)</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Pengertian ekologi b. Organisme dan lingkungannya c. Ruang lingkup kajian ekologi 	<p>Model Problem based learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok</p>			5
	XI	<p>Mahasiswa mampu untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Menjelaskan, menganalisis dan menerapkan prinsip dasar ekologi 	<p>Ekologi dan Komponen ekologi (2)</p> <ol style="list-style-type: none"> d. Konsep populasi e. Konsep komunitas f. Konsep dan Jenis ekosistem g. Lanscape dan Bioma h. Biosfer 	<p>Model Problem based learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok</p>			5

	XII	Mahasiswa mampu untuk: <ul style="list-style-type: none"> 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Menjelaskan dan menganalisis tingkah Laku bawaan dan terajar pada makhluk hidup. 	Tingkah Laku <ul style="list-style-type: none"> a. Pengertian tingkah Laku b. Tingkah laku pada tumbuhan c. Tingkah laku pada hewan d. Tingkah laku terajar dan bawaan 	Model Problem based learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			5
	XIII	Mahasiswa mampu untuk: <ul style="list-style-type: none"> 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Menguji, menelaah dan membuktikan konsep dasar dan prinsip hereditas serta implikasinya dalam kehidupan 	Hereditas (I) <ul style="list-style-type: none"> a. Konsep dan prinsip dalam genetika b. Hukum Mendel Klasik c. Modifikasi Hukum Mendel 	Model Problem based learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			5

	XIV	Mahasiswa mampu untuk: 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Menguji, menelaah dan membuktikan konsep rekayasa genetika dan prinsip hereditas serta Implikasinya dalam kehidupan	Hereditas (2) d. Genetika Molekuler e. Rekayasa Genetika	Model Problem based learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			5
	XV	Mahasiswa mampu untuk: 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Mampu menganalisis Teori, mekanisme dan bukti adanya evolusi	Evolusi (I) a. Pengertian evolusi b. Sejarah evolusi c. Perkembangan teori Evolusi d. Mekanisme evolusi	Model Problem based learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok			5

	XVI	<p>Mahasiswa mampu untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Mampu menganalisis Teori, mekanisme dan bukti adanya evolusi 	<p>Evolusi (II)</p> <ol style="list-style-type: none"> e. Bukti-bukti adanya evolusi f. Mutasi dalam proses evolusi 	<p>Model Problem based learning Metode Presentasi, Tanya jawab, Pemberian tugas mandiri Pendekatan Konsep Penugasan Tugas individual dan kelompok</p>			5
		<p>Mahasiswa mampu untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika serta berkomunikasi lisan dan tulis 2. Menjelaskan, mendeskripsikan, menganalisis, membedakan, menelaah konsep-konsep biologi umum dalam uji pengetahuan 	<p>Ujian Akhir Semester Materi uji: Materi Pertemuan 10 s/d 16</p>	<p>Tes tertulis Essay</p>		<p>Sikap dan tata nilai, Pengetahuan</p>	15

VII	Norma Akademik	<p>Kuliah dan Praktikum</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Waktu pertemuan : Sesuai Jadwal. Apabila ada jadwal libur atau dilburkan, maka sesuai dengan kesepakatan 2. Bentuk Kegiatan : Kuliah, praktikum, tugas terstruktur, tugas mandiri, dan ujian 3. Jumlah pertemuan tatap muka : Kuliah= 16 x 2 x50 menit, praktikum= 8x1x150 menit 4. Toleransi keterlambatan masuk: 10 menit 5. Perangkat pembelajaran (LCD, Netbook, dll) : Sudah disiapkan oleh mahasiswa sebelum dosen memasuki kelas. 6. Kehadiran minimal prasyarat ujian : 80% (13 kali pertemuan kuliah, 7 kali pertemuan praktikum) 7. Evaluasi, Penilai dan Instrumen : <ol style="list-style-type: none"> a. Evaluasi : <ul style="list-style-type: none"> - Sikap dan Tata Nilai = 10% - Keterampilan Umum = 25% - Keterampilan Khusus/Praktikum = 25% - Pengetahuan - UTS = 15% - UAS = 15% - Dan lain-lain (Keaktifan) = 10% b. Penilai : <ul style="list-style-type: none"> - Makalah = dosen - Presentasi = mahasiswa dan dosen - Resume = dosen - Laporan Praktikum = pembimbing praktikum - Lembar Jawaban UTS dan UAS = dosen - Karya kreatif = dosen dan mahasiswa c. Instrumen penilaian : <ul style="list-style-type: none"> - Instrumen penilaian sikap dan TN - Instrumen penilaian presentasi - Instrumen penilaian sikap - Instrumen penilaian pengetahuan 8. Tugas Individu : Resume, Laporan Praktikum, dan lain-lain sesuai dengan bentuk tugas (dikumpulkan sesuai aturan) 9. Tugas Kelompok : Makalah, Proposal Kuliah Lapangan, dan lain-lain sesuai dengan bentuk tugas (dikumpulkan sesuai aturan)
------------	-----------------------	--

menyesuaikan

		<p>10. Praktikum</p> <ol style="list-style-type: none"> Pakaian dan perlengkapan : Jas labor, alas kaki kain, tanda pengenal Perlengkapan tambahan : Masker, Serbet dan sarung tangan sekali pakai Objek praktikum : Disediakan oleh mahasiswa Bahan kimia bukan stok Laboratorium : Disediakan oleh mahasiswa \geq Piket praktikum : Disesuaikan dengan kesepakatan dan ketentuan laboratorium <p>11. Tata tertib:</p> <ol style="list-style-type: none"> Pakaian : Umum : Tidak ketat, tidak transparan, tidak kaus oblong dan berpenampilan rapi. Pria : Pakai kemeja, celana dasar Wanita : Baju kurung/kemeja, lengan baju sampai pergelangan tangan dan memakai rok dasar Alas kaki : Sepatu (perempuan tidak boleh memakai highhill/hak sepatu >5 cm) Jilbab/Rambut: Rambut: Rapi dan tidak diwarnai (Pria: rambut harus pendek), Jilbab menutupi dada, dan sanggul tidak boleh melebihi tinggi kepala. Assesoris dan alat komunikasi : Disesuaikan dengan asesoris guru dan sesuai dengan gender. Alat komunikasi (<i>phonecell, Ipod, dsb disilentkan</i>)
--	--	--

VIII	Nilai Akhir	Standar konversi nilai yang direncanakan	Huruf	Angka	Rentan Nilai
			A	4	> 81
			B	3	$66 \leq N < 81$
			C	2	$56 < N < 66$
			D	1	$45 < N < 56$
			E	0	< 45

IX	Daftar Pustaka	Wajib	<ol style="list-style-type: none"> Raven, P dan Johnson, G. 2001. Biology Sixth Edition. Washington:Mcgraw-Hill College Campbell, N.A., Reece J.B., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman SA., Minorsky PV dan Jackson R.B, 1999. Biologi Edisi Kelima. Alih Bahasa: Damarling Tyas Wulandari, Jakarta: Erlangga. Kimbal, J.W.1990. Biologi. Alih Bahasa: Soetarmi. Erlangga. Jakarta. Simon E, Jane R, Jean D. 2013. Essential Biology with Physiology Fourth Edition. United States of America:Pearson Education, Inc. Suryo. 1990. Genetika Manusia. Yogyakarta. Gajahmada University Press.
-----------	-----------------------	--------------	--

			6) Cecie Star and Ralph Taggart. <i>Biology :The Unity and Diversity of Live</i> , 7 th edition, - Copyright © 1995 by Wadsworth Publishing Co
		Pendukung	1) Winatasasmita. 1993. Materi Pokok Biologi Umum. Modul 1-9. Depdikbud. Dikdasmen. Jakarta. 2) Weisz, P.B. 1972. Element of Biology. Mc. GrawHill. Tokyo 3) Ritner, D danTimothy LM. 2004. Encyclopedia of Biology. New York:United States of America 4) Jurnal Hayati 5) Jurnal Biodiversity

KONTRAK PERKULIAHAN

Mata Kuliah / Kode	: Biologi umum/BIO-101
Semester / SKS	: I/ 3 sks
Prasyarat	: -
Fakultas/Prodi	: Tarbiyah/Pendidikan Biologi
Pembina mata kuliah	:-
Hari Pertemuan/Jam	:-
Tempat Pertemuan	: Gedung Pendidikan Biologi

1. Manfaat Mata Kuliah

Manfaat mata kuliah ini dapat memberikan bekal pengetahuan biologi dasar kepada mahasiswa.

Mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib yang membahas tentang

2. Deskripsi Mata Kuliah

biologi sebagai pengetahuan tentang makhluk hidup, yang dikaji dalam beberapa topik, sebagai berikut: (1) Sel sebagai unit struktural dan fungsional dalam organisme, (2) Struktur dan organisasi tubuh hewan, (3) Struktur dan organisasi tubuh tumbuhan, (4) Metabolisme dan Energi Sel, (5) Keanekaragaman Makhluk Hidup, (6) Dasar-dasar klasifikasi makhluk hidup, (7) Ekologi dan komponen ekologi, (8) Tingkah laku, (9) Hereditas, dan (10) Evolusi.

3. Standar Kompetensi Mata Kuliah

Setelah mengikuti mata kuliah ini mahasiswa mengetahui dan memahami biologi sebagai ilmu dan menguasai konsep dan prinsip dasar biologi secara menyeluruh, memahami hubungan timbal balik antara aktivitas manusia dengan lingkungannya.

4. Kompetensi Dasar Mata Kuliah

1. Mahasiswa dapat menerapkan langkah-langkah metode ilmiah.
2. Mahasiswa mampu memahami satuan organisasi secara struktural dan fungsional.
3. Mahasiswa mampu memahami Keanekaragaman dan dasar-dasar sistematika.
4. Mahasiswa mampu memahami proses-proses yang berkaitan dengan metabolisme.
5. Mampu memahami hukum-hukum genetika dan evolusi.
6. Mahasiswa mampu memahami interaksi antara organisme dengan lingkungannya.
7. Mahasiswa mampu memahami teori, mekanisme dan bukti adanya evolusi.

5. Strategi Perkuliahan

Strategi perkuliahan yang dipakai adalah ceramah dan tanya jawab, diskusi, dan tugas mandiri, baik yang terstruktur maupun tidak. Pertemuan kelas digunakan saat konsep-konsep baru. Sedangkan Diskusi digunakan saat para mahasiswa menyusun sendiri konsep berdasarkan pengalaman realnya.

6. Referensi Mata Kuliah

Campbell, N.A., Reece J.B., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman S.A., Minorsky P.V. dan Jackson R.B., 1999. *Biologi Edisi Kelima*.
Cecie Star and Ralph Taggart. *Biology :The Unity and Diversity of Life*, 7th edition, - Copyright © 1995 by Wadsworth Publishing Co
Darnell, J., H. Lodish & D. Baltimore. 1990. *Molecular Cell Biology*. Second Edition. New York: Scientific American Books.
Kimbal, J.W. 1990. *Biologi*. Alih Bahasa: Soetarmi. Erlangga. Jakarta.
Raven, P dan Johnson, G. 2001. *Biology Sixth Edition*. Washington: McGraw-Hill College.
Simon E, Jane R, Jean D. 2013. *Essential Biology with Physiology* Fourth Edition. United States of America: Pearson Education, Inc.
Suryo. 1990. *Genetika Manusia*. Yogyakarta. Gajahmada University Press.
Thompson, J.S., & M.W. Thompson. 1986 *Genetics In Medicine*. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
Yuwono, T. 2005. *Biologi Molekuler*. Jakarta: Erlangga.

7. Tugas Mata Kuliah

Beberapa tugas mata kuliah yang diberikan kepada mahasiswa meliputi:

1. Diskusi Biologi sebagai Ilmu yang ilmiah.
2. Membuat konsep pengelompokan makhluk hidup berdasar persamaan dan perbedaan morfologi.
3. Mengaplikasikan konsep genetika secara sederhana.
4. Membuat bagan reproduksi sel dan individu.

8. Kriteria Penilaian Mata Kuliah

- | | |
|----------------------------------|----------------|
| 1. Sikap dan Tata Nilai | : 10% |
| 2. Keterampilan Umum | : 25% |
| 3. Keterampilan Khusus/Praktikum | : 25% |
| 4. Pengetahuan | : menyesuaikan |
| 5. UTS | : 15% |

6. UAS : 15%
 7. Dan lain-lain (Keaktifan) : 10 %

Nilai Akhir

Sistem penilaian akhir yang digunakan dengan menggunakan pedoman akademik dan kemahasiswaan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Kriteria yang digunakan adalah sebagai berikut :

Nilai	Point	Range
A	4	> 81
B	3	$66 \leq N < 81$
C	2	$56 < N < 66$
D	1	$45 < N < 56$
E	0	< 45

9. Jadwal Perkuliahan

Pertemuan Ke-	Topik Bahasan	Bacaan
1	Pengantar perkuliahan, metode ilmiah dan mikroskop sera Penggunaannya	
2	Sel sebagai unit struktural dan fungsional dalam organisme	
3	Struktur dan organisasi tubuh hewan	
4	Struktur dan organisasi tubuh tumbuhan	
5	Metabolisme dan Energi Sel	
6	Keanekaragaman Makhluk Hidup	
7	Dasar-dasar klasifikasi makhluk hidup	
8	Ekologi dan Komponen ekologi	
9	Tingkah Laku	
10	Hereditas	
11	Evolusi	

BAB I

METODE ILMIAH DALAM BIOLOGI

1. Hakikat Manusia dan Sifat Keingintahuannya

Manusia pada hakikatnya adalah makhluk yang mempunyai kemampuan berpikir logis dan analitis, sehingga dapat mengarahkan dirinya ke tujuan yang positif dan lebih baik. Manusia mampu mengakumulasi dan mengembangkan pengetahuan yang didapatkannya, sehingga diperoleh pengetahuan yang lebih baru. Sifat keingintahuan dan perkembangan alam pikirnya juga berkembang sejalan dengan perkembangan fisik tubuhnya. Hewan pada hakikatnya juga mampu berpikir dan mempunyai pengetahuan, tetapi pengetahuan ini hanya terbatas untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya saja dan tidak berubah dari waktu ke waktu, hal ini sering disebut "idle curiosity". (Kimball, J.W,1990)

2. Perkembangan ilmu pengetahuan dalam islam

Masa keemasan umat islam terjadi pada masa kelam masyarakat barat dimana ilmu pengetahuan berkembang dengan pesat dikalangan umat muslim. Pada saat itu islam telah memperluas wilayah hingga Eropa. Pada masa keemasan tersebut banyak ilmuwan muslim yang melakukan riset dan penterjemahan besar-besaran terhadap karya-karya filosofi para ilmuwan Yunani. Pengaruh ilmu pengetahuan Islam atas di wilayah Eropa sudah berlangsung sejak abad ke-12M dan menimbulkan gerakan kebangkitan atau masa renaissance. Masyarakat barat mulai mengadopsi ilmu yang telah dikembangkan ilmu pada masa itu dan

meskipun akhirnya islam terusir dari Spanyol. Masyarakat barat membagi ilmu pengetahuan dalam tiga cabang utama yakni ilmu pengetahuan alam, ilmu pengetahuan sosial dan ilmu pengetahuan humaniora. Islam memiliki kaitan dengan ketiga ilmu tersebut diantaranya adalah:

a. Islam dan ilmu pengetahuan alam

Dalam islam kita mengenal adanya ayat kauniyah dan kauniyah. Ayat kauniyah adalah tanda-tanda kebesaran Allah yang tersirat dalam alam semesta sementara ayat kauniyah adalah ayat yang tertulis dalam Alqur'an. Islam tidak terlepas dari keberadaan ilmu pengetahuan alam dan dalam Alqur'an banyak ayat yang menyebutkan tentang ilmu dan kejadian yang menyangkut ilmu fisika maupun Biologi seperti yang tertera dalam ayat berikut:

سُنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْأَفَاقِ وَفِي أَنْفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ
الْحَقُّ أَوَلَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ- ٥٣

Artinya: Kami akan memperlihatkan kepada mereka tanda-tanda (kekuasaan) Kami di segala wilayah bumi dan pada diri mereka sendiri, hingga jelas bagi mereka bahwa Al Quran itu adalah benar. Tiadakah cukup bahwa Sesungguhnya Tuhanmu menjadi saksi atas segala sesuatu. (QS. Fushilat: 53).

b. Islam dan Ilmu Pengetahuan sosial

Banyak cabang ilmu sosial yang dipelajari saat ini dan ilmu-ilmu tersebut juga tercantum dalam Alqur'an. Adapun berdasarkan ilmu

pengetahuan sosial dan alqur'an, Allah menciptakan manusia sebagai makhluk sosial dan hakikat penciptaan manusia adalah untuk beribadah dan bergaul dengan sesamanya. Sebagaimana yang disebutkan dalam firman Allah SWT berikut ini :

“Maka apakah kamu mengira, bahwa sesungguhnya Kami menciptakan kamu secara main-main (saja), dan bahwa kamu tidak akan dikembalikan kepada Kami.”

c. Islam dan ilmu Humaniora

Ilmu humaniora adalah ilmu yang menitik beratkan fokusnya pada manusia dan yang menyangkut kehidupan manusia seperti ilmu filsafat, seni, kesusasteraan, kemiliteran, teknologi dan lain sebagainya. Islam tidak hanya mencakup ilmu pengetahuan sosial dan ilmu pengetahuan alam saja akan tetapi dalam islam terutama Alqur'an mencakup seluruh aspek ilmu yang berkaitan dengan manusia dan tercantum di dalamnya jawaban atas permasalahan-permasalahan yang dihadapi manusia pada umumnya. (Anees,1991).

3. Metode Ilmiah

Metode ilmiah atau proses ilmiah merupakan proses keilmuan untuk memperoleh pengetahuan secara sistematis berdasarkan bukti fisis. Ilmuwan melakukan pengamatan serta membentuk hipotesis dalam usahanya untuk menjelaskan fenomena alam. Metode ilmiah yaitu menggabungkan cara berpikir deduktif dan cara berfikir induktif dalam membangun pengetahuan. Metode ilmiah harus mempunyai sifat bebas prasangka, bersih dan jauh dari pertimbangan subyektif, menggunakan prinsip analisis, menggunakan teknik kuantitatif dan atau kualitatif.

Menggunakan suatu fakta haruslah dengan alasan dan bukti yang lengkap dan dengan pembuktian yang obyektif.

Metode ilmiah paling tidak terdiri dari tahapan berikut:

- 1) Perumusan masalah
- 2) Penyusunan hipotesis
- 3) Pengujian hipotesis
- 4) Penarikan kesimpulan.

Fungsi dari metode ilmiah diantaranya sebagai berikut:

- 1) Mencari pengetahuan dimulai dari penemuan masalah yang harus dicari solusinya dan harus dipecahkan, menganalisis data, pengumpulan data, dan diakhiri dengan menarik suatu kesimpulan.
- 2) Pembuktian suatu kebenaran tersebut bisa diatur oleh pertimbangan yang logis.
- 3) Bisa membantu memecahkan masalah dengan tanda bukti yang memuaskan.
- 4) Bisa menguji penelitian yang sudah dilakukan oleh orang lain dan mendapatkan kebenaran yang objektif dan memuaskan dan lain sebagainya. (Azwar, S. 2009)

4. Mikroskop

Mikroskop berasal dari kata mikros dan scopein. Mikros berarti kecil dan scopein artinya melihat. Jika dijadikan satu maka menjadi mikroskop yang didefinisikan sebagai alat untuk melihat benda kecil untuk dilihat secara kasat mata. Sejarah mikroskop sendiri diawali pada masa Anthony Van Leeuwenhoek (1632-1723). Anthony Van Leeuwenhoek membuat mikroskop pertamanya pada tahun 1675

dengan cara menumpuk beberapa kaca pembesar. Melalui percobaan itu Anthony bias mengamati mikroorganisme dalam air. Dari situlah kemudian kegunaan mikroskop sebagai alat untuk melihat jasad renik mulai dikembangkan. (Kimball, J.W,1990).

a. Bagian-Bagian Mikroskop

1) Kaki

berfungsi menopang dan memperkokoh kedudukan mikroskop. Pada kaki melekat lengan dengan semacam engsel, pada mikroskop sederhana (model student).

2) Lengan

Dengan adanya engsel antara kaki dan lengan, maka lengan dapat ditegakkan atau direbahkan. Lengan dipergunakan juga untuk memegang mikroskop pada saat memindah mikroskop.

3) Cermin

Cermin mempunyai dua sisi, sisi cermin datar dan sisi cermin cekung, berfungsi untuk memantulkan sinar dan sumber sinar. Cermin datar digunakan bila sumber sinar cukup terang, dan cermin cekung digunakan bila sumber sinar kurang. Cermin dapat lepas dan diganti dengan sumber sinar dari lampu. Pada mikroskop model baru, sudah tidak lagi dipasang cermin, karena sudah ada sumber cahaya yang terpasang pada bagian bawah (kaki).

4) Kondensor

Kondensor tersusun dari lensa gabungan yang berfungsi mengumpulkan sinar.

5) Diafragma

Diafragma berfungsi mengatur banyaknya sinar yang masuk dengan mengatur bukaan iris. Letak diafragma melekat pada diafragma di bagian bawah. Pada mikroskop sederhana hanya ada diafragma tanpa kondensor.

6) Meja preparat

Meja preparat merupakan tempat meletakkan objek (preparat) yang akan dilihat. Objek diletakkan di meja dengan dijepit dengan oleh penjepit. Dibagian tengah meja terdapat lengan untuk dilewat sinar. Pada jenis mikroskop tertentu, kedudukan meja tidak dapat dinaik atau diturunkan. Pada beberapa mikroskop, terutama model terbaru, meja preparat dapat dinaik-turunkan.

7) Tabung

Di bagian atas tabung melekat lensa okuler, dengan perbesaran tertentu (15X, 10X, dan 15 X). Dibagian bawah tabung terdapat alat yang disebut revolver. Pada revolver tersebut terdapat lensa objektif.

8) Lensa objektif

Lensa objektif bekerja dalam pembentukan bayangan pertama. Lensa ini menentukan struktur dan bagian renik yang akan terlihat pada bayangan akhir. Ciri penting lensa obyektif adalah memperbesar bayangan obyek dengan perbesaran beraneka macam sesuai dengan model dan pabrik pembuatnya, misalnya 10X, 40X dan 100X dan mempunyai nilai apertura (NA). Nilai apertura adalah ukuran daya pisah suatu lensa obyektif yang akan menentukan daya pisah spesimen, sehingga mampu menunjukkan struktur renik yang

berdekatan sebagai dua benda yang terpisah.

9) Lensa Okuler

Lensa mikroskop yang terdapat di bagian ujung atas tabung, berdekatan dengan mata pengamat. Lensa ini berfungsi untuk memperbesar bayangan yang dihasilkan oleh lensa obyektif. Perbesaran bayangan yang terbentuk berkisar antara 4 - 25 kali.

10) Pengatur Kasar dan Halus

Komponen ini letaknya pada bagian lengan dan berfungsi untuk mengatur kedudukan lensa objektif terhadap objek yang akan dilihat. Pada mikroskop dengan tabung lurus/tegak, pengatur kasar dan halus untuk menaik turunkan tabung sekaligus lensa objektif. Pada mikroskop dengan tabung miring, pengatur kasar dan halus untuk menaik turunkan meja preparat.

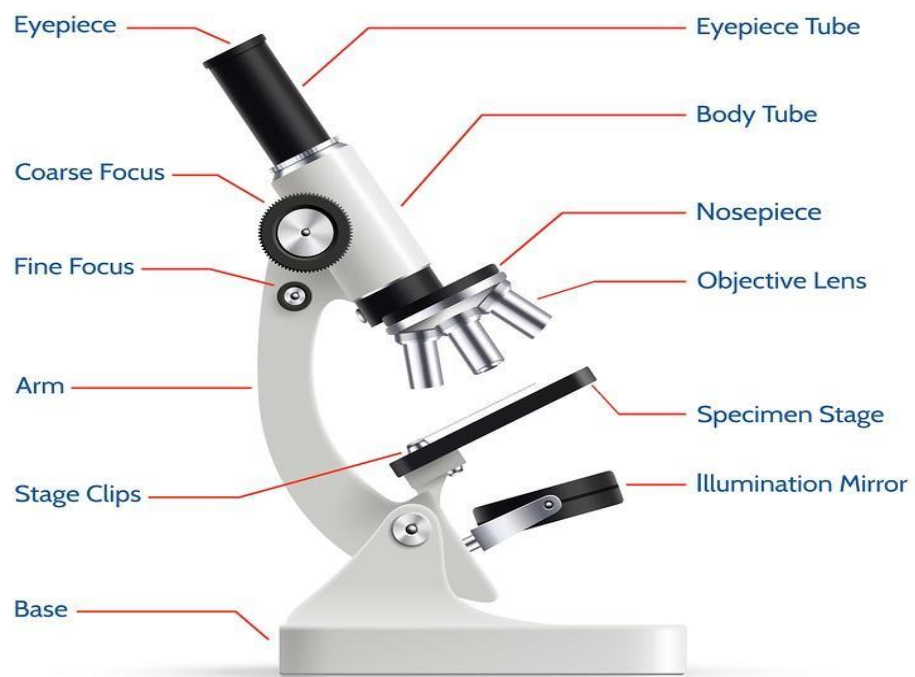
b. Macam – macam mikroskop

Ada dua jenis mikroskop berdasarkan pada kenampakan obyek yang diamati, yaitu mikroskop dua dimensi (mikroskop cahaya) dan mikroskop tiga dimensi (mikroskop stereo). Sedangkan berdasarkan sumber cahayanya, mikroskop dibedakan menjadi mikroskop cahaya dan mikroskop elektron. (Rudenberg, 2010).

1) Mikroskop Cahaya

Mikroskop cahaya mempunyai perbesaran maksimum 1000 kali. Mikroskop mempunyai kaki yang berat dan kokoh dengan tujuan agar dapat berdiri dengan stabil. Mikroskop cahaya memiliki tiga sistem lensa, yaitu lensa obyektif, lensa okuler, dan kondensor. Lensa obyektif dan lensa okuler terletak pada kedua ujung tabung

mikroskop. Lensa okuler pada mikroskop bisa berbentuk lensa tunggal (monokuler) atau ganda (binokuler). Pada ujung bawah mikroskop terdapat tempat dudukan lensa obyektif yang bisa dipasang tiga lensa atau lebih. Di bawah tabung mikroskop terdapat meja mikroskop yang merupakan tempat preparat. Sistem lensa yang ketiga adalah kondensor. Kondensor berperan untuk menerangi obyek dan lensa-lensa mikroskop yang lain. Pada mikroskop konvensional, sumber cahaya masih berasal dari sinar matahari yang dipantulkan dengan suatu cermin datar ataupun cekung yang terdapat dibawah kondensor. Cermin ini akan mengarahkan cahaya dari luar kedalam kondensor. Pada mikroskop modern sudah dilengkapi lampu sebagai pengganti sumber cahaya matahari. (Kimbal, J.W,1990).



Gambar 1. Mikroskop cahaya (Sumber: biology, Campbell)

2) Mikroskop elektron

Mikroskop elektron mempunyai perbesaran sampai 100 ribu kali, elektron digunakan sebagai pengganti cahaya. Mikroskop elektron mempunyai dua tipe, yaitu mikroskop elektron scanning (SEM) dan mikroskop elektron transmisi (TEM). SEM digunakan untuk studi detil arsitektur permukaan sel (atau struktur renik lainnya), dan obyek diamati secara tiga dimensi. Sedangkan TEM digunakan untuk mengamati struktur detil internal sel.

5. **Biologi Sebagai Pengetahuan Ilmiah**

Biologi (**Bio = hidup** dan **logos = ilmu**) wajib dipelajari oleh siswa dan mahasiswa karena biologi sangat bermanfaat bagi kehidupan. Biologi sebagai studi tentang kehidupan dan saling hubungannya ini merupakan bagian dari IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Oleh karenanya kaidah-kaidahnya diperoleh melalui metode ilmiah. Biologi tersusun dari suatu kumpulan pengetahuan dan pandangan yang tersusun dan ditunjang secara sistematis oleh bukti-bukti formal atau oleh fakta-fakta yang dapat diamati. Fakta-fakta yang terpisah-pisah dikumpulkan untuk mengembangkan aturan, hukum, atau prinsip biologis. Oleh karenanya berkembanglah ilmu-ilmu yang dasarnya dari biologi, seperti: sitologi, embriologi, parasitologi, botani, dll., serta ilmu aplikasinya yang antara lain: biomedis, pertanian, peternakan, dll. Tingkatan-tingkatan dari organisasi Biologis adalah sbb:

a. **Cells (sel)**

Sel merupakan unit organisasi terkecil yang menjadi dasar kehidupan dalam arti biologis. Semua fungsi kehidupan diatur dan berlangsung di dalam sel. Karena itulah, sel dapat berfungsi secara autonom asalkan seluruh kebutuhan hidupnya terpenuhi. Makhluk hidup (organisme) tersusun dari

satu sel tunggal (*uniselular*, misalnya bakteri, Archaea, serta sejumlah fungi dan Protozoa) atau dari banyak sel (*multiselular*). (Campbell, N.A,1999)

b. Tissues (jaringan)

Jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Jadi, jaringan hampir dimiliki oleh makhluk hidup bersel banyak (*multiseluler*). Setiap makhluk hidup berasal dari perkembangbiakan secara kawin (*generatif*) ataupun secara tak kawin (*vegetatif*). Pada perkembangbiakan secara kawin terjadi pencampuran antara sel ovum dan sperma membentuk satu sel zigot. Zigot membelah terus-menerus sehingga terbentuk embrio, dan embrio berkembang menjadi individu baru. Sel zigot membelah berkali-kali, mula-mula membentuk sel yang seragam (*blastula*). Sel-sel tersebut belum mempunyai fungsi khusus. Pada saat perkembangan embrio, sel-sel tersebut berkembang menjadi berbagai jenis sel yang bentuknya sesuai dengan fungsinya. Sel mengalami diferensiasi dan spesialisasi. Jadi dari sel yang seragam berubah menjadi berbagai jenis sel yang bentuknya sesuai dengan fungsinya. (Campbell, N.A,1999)

1) Jaringan Tumbuhan

Berdasarkan sifatnya, jaringan tumbuhan dibedakan menjadi dua macam, yaitu jaringan meristematik dan jaringan permanen. Jaringan meristematik (*jaringan embrional*) terdiri dari kumpulan sel muda yang terus membelah menghasilkan jaringan yang lain. Contoh jaringan meristematik adalah jaringan meristem pada pucuk batang dan akar serta jaringan cambium. Jaringan meristem pada ujung

batang dan akar mengakibatkan tumbuhan bertambah tinggi.

2) Jaringan Hewan

Pada tubuh hewan tingkat tinggi (Vertebrata) terdapat berbagai macam jaringan yang dapat dikelompokkan menjadi jaringan meristik, jaringan epithelium, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf.

- a. Organs (organ)
- b. Organ systems (sistem organ)
- c. Organisme (organisme/individu)
- d. Populations (populasi)
- e. Communities (komunitas)

6. Klasifikasi Makhluk Hidup

Ragam makhluk hidup di bumi ini bermacam-macam. Setiap jenis makhluk hidup memiliki ciri-ciri tersendiri sehingga terbentuk keanekaragaman makhluk hidup. Setiap makhluk hidup mempunyai keanekaragaman bentuk, ukuran, warna, habitat, dan tingkah laku berbeda yang menyebabkan kekayaan makhluk hidup sulit dipahami. Klasifikasi makhluk hidup bertujuan untuk menyederhanakan objek studi (Kusnadi, 2004).

Penyederhanaan ini sangat membantu untuk mengenali dan mendalami keanekaragaman sifat dan cirinya agar kekayaan dan keragaman makhluk hidup tersebut dapat dikenal dan disadari potensinya agar dapat diambil manfaatnya. Adapun manfaat dari pengklasifikasian ini adalah untuk memudahkan mempelajari organisme yang beraneka ragam dan untuk melihat hubungan kekerabatan antara makhluk hidup yang satu dengan yang lainnya (Syamsuri, 2006).

Oleh karena itulah pengklasifikasian makhluk hidup sangat penting dilakukan dan membantu dalam mengenali makhluk hidup yang beragam. Klasifikasi adalah penenglompokkan aneka jenis hewan atau tumbuhan kedalam golongan-golongan tertentu. Golongan ini digunakan secara runtut sesuai dengan tingkatannya, yaitu mulai dari yang terkecil sampai yang lebih besar.

Prinsip pengelompokkan ini menurut ilmu taksonomi adalah dengan membentuk takson. Takson dilakukan dengan cara meneliti, baik dengan pengenalan, pencirian, mencari persamaan ciri maupun perbedaan, penamaan, dan pengelompokkan secara rinci. Semakin banyak persamaan maka hubungan kekerabatan semakin dekat dan semakin sedikit persamaan maka hubungan kekerabatan semakin jauh. (Sulistyorini,2009).

Klasifikasi berdasarkan keturunan dan hubungan kekerabatan (filogenetik) dapat mengalami perkembangan. Klasifikasi ini digunakan dan diakui secara internasional, bahkan dalam sejarah telah dilakukan beberapa kali perubahan sistem klasifikasi oleh ahli taksonomi yang disesuaikan dengan penemuan-penemuan baru saat ini.

a. Sistem Dua Kingdom

Sistem dua kingdom ini dinyatakan oleh seorang ahli dari Yunani yang bernama Aristoteles, dua kingdom yang dimaksud adalah:

1. Kingdom Plantae (Tumbuhan)

Kingdom ini terdiri dari berbagai macam tumbuhan, bakteri, ganggang, jamur, tumbuhan lumut, tumbuhan paku dan tumbuhan berbiji. Pada kingdom ini memiliki dinding sel, klorofil, serta mampu

melakukan fotosintesis, kecuali bakteri dan jamur.

2. Kingdom Animalia (Hewan)

Kingdom ini terdiri atas protozoa, porifera, coelenterata, mollusca, arthropoda, dan chordata. Kingdom ini memiliki ciri sebagai berikut tidak berdinding sel, tidak berklorofil, dan dapat bergerak bebas.

b. Sistem Tiga Kingdom

Pada tahun 1866 seorang ahli botani dari Jerman yang bernama Ernst Haeckel menyarankan suatu pemecahan pengklasifikasian makhluk hidup menjadi tiga kingdom.

1. Kingdom Monera

Kingdom ini terdiri atas bakteri dan ganggang biru. Kingdom monera ini memiliki ciri inti sel yang tidak berselubung (prokariot) dan tubuh bersifat uniseluler atau multiseluler.

2. Kingdom Plantae (Tumbuhan)

Kingdom ini terdiri dari bakteri, ganggang, jamur, tumbuhan lumut, tumbuhan paku dan tumbuhan berbiji.

3. Kingdom Animalia (Hewan)

Kingdom animalia ini terdiri atas protozoa, porifera, coelenterata, Mollusca, arthropoda, dan chordata.

c. Sistem Empat Kingdom

Sistem empat kingdom ini dicetuskan oleh Robert Whittaker pada tahun 1959. Klasifikasi ini didasarkan pada penemuan inti sel. Dia melihat ada makhluk hidup yang intinya tidak memiliki membran (prokariotik) misalnya bakteri dan ganggang hijau biru. Ada beberapa

mahluk hidup yang inti selnya diselimuti membran (eukariotik)
misalnya jamur, ganggang (selain ganggang biru), tumbuhan dan
hewan. (Kimball, J.W.1990)

Latihan Soal

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Metode ilmiah biasanya digunakan oleh para ilmuwan untuk mendapatkan pengetahuan yang absah, tetapi metode ini mempunyai keterbatasan karena....
 - A. Sering dimanfaatkan orang untuk tujuan praktis
 - B. Berhubungan dengan sesuatu yang tidak dapat diobservasi
 - C. Dapat membuat pertimbangan nilai
 - D. Tidak semua pertanyaan hipotesis dapat diuji
2. Sebelum ilmuwan merumuskan hipotesis, maka langkah ilmiah yang harus dikerjakannya adalah
 - A. Merumuskan masalah
 - B. Menarik kesimpulan
 - C. Membuat ramalan yang akan diuji
 - D. Melakukan percobaan untuk menguji hipotesis
3. Jika hasil analisis data menunjukkan bahwa hipotesis diterima, apa selanjutnya yang harus dilakukan....
 - A. Melakukan percobaan ulangan dengan cara yang sama
 - B. Menguji hasil dengan hipotesis alternatif
 - C. Membuat perbaikan hipotesis
 - D. Menerima teori yang lama, sebab teori yang baru tidak sah
4. Maritza mengamati bahwa air di lingkungan tempat tinggalnya keruh dan berbau. Ia

menduga air tersebut telah tercemar sehingga tidak layak dikonsumsi. Untuk menguatkan dugaan tersebut, sebaiknya Maritza

- A. mengolah data
- B. merumuskan masalah
- C. merumuskan hipotesis
- D. melakukan eksperimen

5. Kelebihan dari mikroskop elektron dibandingkan dengan mikroskop lainnya adalah

- A. Mampu memperbesar objek 10.000 kali.
- B. Mampu memperbesar objek 1 juta kali.
- C. Dilengkapi lensa okuler dan objektif.
- D. Mempunyai indeks bias kontras.

6. Jaringan penyokong yang sel-selnya hidup dan berdinding tebal dari selulosa untuk mengokohkan batang muda. Jaringan yang dimaksud adalah....

- A. epidermis
- B. kolenkim
- C. sklerenkim
- D. parenkim

7. ilmuwan Biologi yang mengelompokkan makhluk hidup kedalam 5 Kingdom adalah...

- A. Whittaker
- B. Lineus
- C. Haeckel
- D. Chatton

8. As Simay, Ibnul Awwan, dan Al Jahidz adalah ilmuwan Islam dalam bidang...
- A. Sejarah
 - B. Sosiologi
 - C. Biologi
 - D. Kimia
9. Manusia adalah makhluk sosial yang harus memiliki hubungan baik yang timbal balik dengan manusia lain dengan cara memiliki...
- A. Kemampuan berinteraksi
 - B. Kemampuan menyadari diri
 - C. Rasa kebebasan
 - D. Moral
10. Temanmu menangkap lalat buah yang berukuran sangat kecil dan ingin mengamati bentuk dari kakinya, mikroskop yang sebaiknya yang digunakan oleh temanmu adalah....
- A. Mikroskop lensa tunggal
 - B. Mikroskop lensa ganda
 - C. Mikroskop stereo
 - D. Mikroskop elektron

Daftar Pustaka

Anees, Munawar Ahmad, Islam and the Biological Futures, Ethics, Gender and Technology, Mansell. London , 1989 (terj. Islam dan Masa Depan Biologis, Penerbit Mizan, 1991).

Azwar, S. (2009). *Metode Penelitian*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.

Campbell, N.A., Reece J.B., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman SA., Minorsky PV dan Jackson R.B, 1999. Biologi Edisi Kelima

Kimball, J.W.1990. Biologi. Alih Bahasa: Soetarmi. Erlangga. Jakarta.

Kusnadi dan Didik Priyandoko. 2004. *Biologi 1 A*. Jakarta: Priantri Darma Kalokatama.

Rudenberg, H Gunther and Rudenberg, Paul G (2010). "Chapter 6 – Origin and Background of the Invention of the Electron Microscope: Commentary and Expanded Notes on Memoir of Reinhold Rüdénberg". *Advances in Imaging and Electron Physics* 160.

Sulistiyorini, Ari. 2009. *Biologi 1*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Syamsuri, Istamar. 2006. *Biologi Jilid 1 A*. Jakarta: Erlangga

BAB II

SEL SEBAGAI UNIT STRUKTURAL DAN FUNGSIONAL DALAM ORGANISME

1. Pengertian Sel

Sel berasal dari bahasa latin, yaitu *cella* yang berarti ruangan kecil. Ditemukan pertama kali oleh **Robert Hooke** (1635-1703), seorang ilmuwan dari inggris. Ia mengamati sayatan tipis gabus tutup botol (*Quercus Suber*) melalui mikroskop yang dirancangnya sendiri. Secara structural, sel merupakan satuan terkecil penyusun makhluk hidup yang dapat melaksanakan kehidupan. Secara fungsional, sel akan menjalankan kehidupan jika sel-sel penyusunnya berfungsi. Kumpulan sel yang sejenis membentuk jaringan. Sel berkembang biak dengan cara membelah diri (mitosis). Sel mengandung materi genetik yaitu materi penentu sifat-sifat makhluk hidup. Karena perkembangbiakan sel dilakukan secara mitosis atau miosis, maka sifat-sifat sel yang baru akan sama dengan sel sebelumnya sehingga bisa dikatakan sifat sel dapat diwariskan kepada keturunannya. (Campbell, N.A,1999)

Ada beberapa teori tentang sel, antara lain;

- **M. Schleiden** (1804-1881), menemukan sel tumbuhan & **Theodore Schwann** (1810-1882), menemukan sel hewan : *Sel merupakan kesatuan structural dari makhluk hidup. Semua makhluk hidup tersusun atas sel.*
- **Max Schulze** (1861), sel merupakan kesatuan fungsional makhluk hidup dan mengatur fungsi pada makhluk hidup.
- **Rudolf Virchow** (1858), sel adalah kesatuan pertumbuhan dari makhluk hidup. Makhluk hidup berasal dari pertumbuhan sel sebelumnya "*Omne cellulae a cellulae*".

- **Gregor Mendel** (1882-1884), sel merupakan kesatuan hereditas (sifat menurun) makhluk hidup. Sel mengandung sifat keturunan (genetik) atau hereditas yang diwariskan pada keturunan.

Untuk melihat struktur sel harus menggunakan mikroskop. Mikroskop dibedakan menjadi mikroskop cahaya dan mikroskop electron. Mikroskop cahaya digunakan untuk melihat sel dengan pembesaran sampai 2000 kali, sementara mikroskop electron bisa melihat sel dengan pembesaran sampai 500.000 kali.

Tubuh makhluk hidup tersusun atas molekul-molekul yang tidak bernyawa. Bila komponen benda hidup diisolasi dan diteliti satu persatu, molekul-molekulnya sama seperti yang terdapat pada benda-benda mati. Namun demikian organisme hidup mempunyai sifatsifat khusus yang tidak diperlihatkan oleh kelompok benda mati. Teori mengemukakan bahwa terjadinya suatu proses hidup disebabkan adanya interaksi kimia dari unsur-unsur sebagai berikut; karbon (C), oksigen (O), nitrogen (N), hidrogen (H), sulfur/belerang (S) serta sedikit dari unsur-unsur pendukung lainnya. Unsur-unsur tersebut berinteraksi sedemikian rupa membentuk senyawa anorganik serta senyawa biomolekul yang lebih kompleks seperti protein, asam nukleat, vitamin, karbohidrat dan lipid dengan proses metabolismenya sampai terjadi kombinasi-kombinasi yang unik dan rumit yang mempunyai kemampuan reproduksi sendiri sehingga menjadi suatu kehidupan. Walaupun material penyusun tubuh manusia cukup murah dari segi harganya, tetapi begitu seimbang dan sempurna, sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur'an Surat Al- Infithaar: 7-8:

الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّبَكَ فَعَدَّلَكَ - ٧ فِي أَيِّ صُورَةٍ مَّا شَاءَ رَكَّبَكَ - ٨

Artinya : “yang telah menciptakanmu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh) mu seimbang, dalam bentuk apa saja yang dikehendaki.”

Berdasarkan jumlah kromosom dan fungsinya, sel dibedakan ke dalam dua kelompok, yaitu sel somatik dan sel reproduktif. Sel somatik merupakan sel-sel penyusun tubuh, dengan jumlah kromosom $2n$ (diploid). Dalam proses pertumbuhan makhluk hidup multiseluler sel somatic mengalami proses pembelahan mitosis. Sel reproduktif berfungsi untuk memperbanyak makhluk hidup secara seksual. Sel ini dibentuk melalui proses meiosis sehingga mempunyai jumlah kromosom n (haploid). Bagian sel ada yang bersifat hidup dan ada yang mati. Bagian sel yang hidup dikenal sebagai protoplasma, terdiri atas inti dan sitoplasma. Bagian mati berupa dinding sel dan isi vakuola.

Sel-sel pada tubuh hewan dan tumbuhan termasuk dalam golongan sel eukariotik, sedangkan pada mikroorganisme ada yang eukariotik misalnya protozoa, protista, dan fungi. Ada pula yang bersifat prokariotik misalnya pada bakteri dan ganggang biru. Sel dibagi menjadi dua tipe struktur sel, yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik.

A. Sel Prokariotik

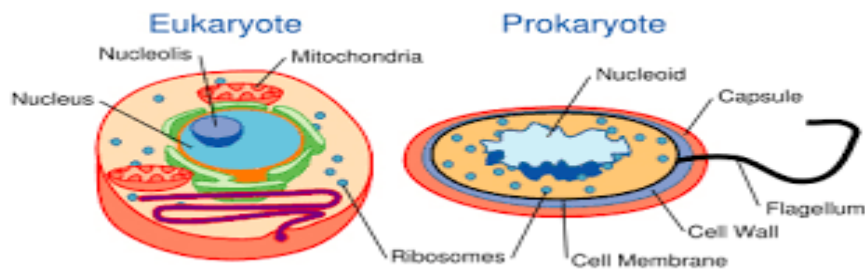
Sel prokariotik adalah sel tanpa membrane inti, berukuran $1 - 10 \mu$. Sel ini mempunyai membrane plasma, nukleoid (DNA dan RNA), dan sitoplasma yang mengandung ribosom. Tidak memiliki endomembran (membrane dalam inti sel), tidak memiliki mitokondria dan kloroplas, tetapi punya stuktur yang berfungsi sama, yaitu mesosom dan kromatofor. Contoh sel prokariotik adalah Cynobacteria (ganggang hijau-biru) dan sel bakteri.

B. Sel Eukariotik

Sel eukariotik adalah sel yang memiliki membrane inti, sehingga terjadi pemisahan antara inti sel dan sitoplasma. Kesatuan inti sel dan sitoplasma pada sel eukariotik disebut **protoplasma**. Sel eukariotik berukuran $1 - 10 \mu$. Materi genetic (DNA) berada didalam sel yang dibungkus oleh membran inti.

Perbedaan Sel Prokariot dan Sel Eukariot.

Sel Prokariot	Sel Eukariot
DNA terkonsentrasi di wilayah yang tidak diselubungi oleh membran, disebut Nukleoid.	Sebagian besar DNA berada dalam Nukleus dan dibatasi oleh membran ganda.
Dalam sitoplasma tidak terdapat berbagai macam organel dengan bentuk dan fungsinya yang terspesialisasi.	Dalam sitoplasma terdapat berbagai macam organel dengan bentuk dan fungsinya yang terspesialisasi yang tersuspensi dalam sitosol
Umumnya lebih kecil.	Umumnya lebih besar, dengan diameter 10-100 μm
Contohnya :Cynobacteria (ganggang hijau), dan sel bakteri	Contohnya : sel hewan, tumbuhan



Gambar 2. sel prokariotik dan eukariotik. Sumber : Biology Campbell

2. Struktur dan Fungsi Organel Sel Sebagai Unit Struktural dan Fungsional

Makhluk Hidup

Semenjak **Robert Hooke** menemukan sel, para ilmuwan telah mengembangkan berbagai teknik yang digunakan untuk mempelajari sel. Salah satunya dengan menggunakan mikroskop cahaya, dengan alat inilah ilmuwan mempelajari struktur dan fungsi dari sel tersebut.

Sel merupakan unit fungsional dan struktural dasar dari suatu makhluk hidup. Sel tersusun atas bagian-bagian yang masing-masing memiliki struktur dan fungsi yang berbeda. Bagian-bagian tersebut adalah sebagai berikut; (Yuwono, T. 2005).

a. Membran Sel

Satu sel dibatasi oleh lapisan tipis yang disebut membran sel (plasmalema). Membran sel tersusun atas molekul-molekul protein, lapisan senyawa lemak (fosfolipid), air, karbohidrat, dan sedikit kolesterol. Gugus lipid dari fosfolipid bersifat tidak suka air (hidrofobik), sedangkan gugus fosfat bersifat suka air (hidrofilik). Setiap fosfolipid akan saling berpasangan sehingga membentuk dua lapisan (**bilayer**) fosfolipid yang saling berlawanan.

b. Inti Sel (Nukleus)

Inti sel atau nukleus adalah organel yang ditemukan pada sel eukariota. Organel ini mengandung sebagian besar materi genetik sel dengan bentuk molekul DNA linier panjang yang membentuk kromosom bersama dengan beragam jenis protein. Gen di dalam kromosom-kromosom inilah yang membentuk genom inti sel.

Fungsi utama nukleus adalah untuk menjaga integritas gen-gen tersebut dan mengontrol aktivitas sel dengan mengelola ekspresi gen. Selain itu, nukleus juga berfungsi untuk mengorganisasikan gen saat terjadi pembelahan sel, memproduksi mRNA untuk mengkodekan protein, sebagai tempat sintesis ribosom, tempat terjadinya replikasi dan transkripsi dari DNA, serta mengatur kapan dan di mana ekspresi gen harus dimulai, dijalankan, dan diakhiri.

c. Membran Nukleus

Membran luar langsung berhubungan dengan RE sampai ke membrane sel.

d. Nukleoplasma

Disebut juga matriks nucleus yang bersifat gel, Tersusun atas air, protein, ion, enzim dan asam inti, Didalamnya terdapat benang-benang kromatin. Pada saat proses mitosis benang kromati tampak memendek yang disebut kromosom.

Kromosom tersusun atas protein dan DNA. DNA akan mentranskripsi diri menjadi RNA lalu dikeluarkan ke sitoplasma.

e. Nukleolus (Anak inti)

Terbentuk pada saat terjadi proses transkripsi didalam nucleus. Nukleolus bukan organel tetap melainkan suatu tanda bahwa sel sedang melakukan transkripsi. Bila proses transkripsi selesai nucleolus akan mengecil dan menghilang.

Fungsi Nukleus antara lain:

1. Pengendali seluruh kegiatan sel
2. Pengatur pembelahan sel
3. Pembawa informasi genetic (DNA)

f. Sitoplasma

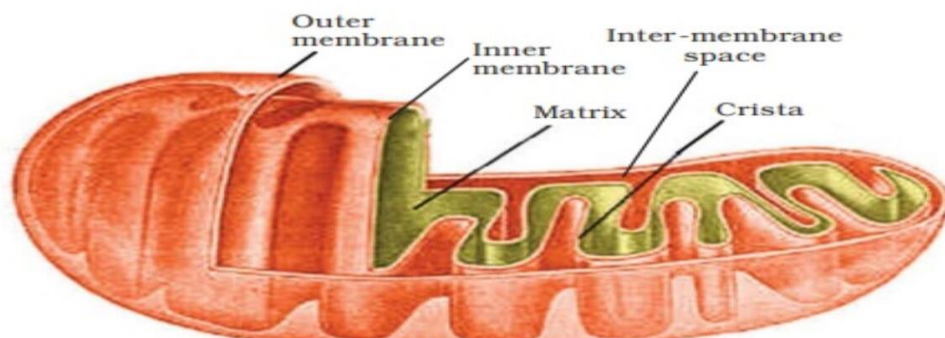
Sitoplasma adalah bagian sel yang terbungkus membran sel. Pada sel eukariota, sitoplasma adalah bagian non-nukleus dari protoplasma. Pada sitoplasma terdapat sitoskeleton, berbagai organel dan vesikuli, serta sitosol yang berupa cairan tempat organel melayang-layang di dalamnya. Sitosol mengisi ruang sel yang tidak ditempati organel dan vesikula dan menjadi tempat banyak reaksi biokimiawi serta perantara transfer bahan dari luar sel ke organel atau inti sel. Organel sel adalah benda-benda solid yang terdapat di dalam sitoplasma dan bersifat hidup (menjalankan fungsi-fungsi kehidupan).

Fungsi Sitoplasma antara lain:

- Tempat penyimpanan bahan-bahan kimia yang penting bagi metabolisme sel (enzim-enzim, ion-ion, gula, lemak, dan protein)
- Tempat terjadinya pembongkaran dan penyusunan zat-zat melalui reaksi kimia, contohnya pembentukan energy, sintesis asam lemak, asam amino, protein dan nukleotida.

g. Mitokondria

Mitokondria adalah organel tempat berlangsungnya fungsi respirasi sel makhluk hidup, selain fungsi selular lain, seperti metabolisme asam lemak, biosintesis pirimidina, homeostasis kalsium, transduksi sinyal selular dan penghasil energi berupa adenosina trifosfat (ATP) pada lintasan katabolisme. Mitokondria berkembang biak dengan membelah diri dari mitokondria sebelumnya seperti bakteri. Mitokondria mempunyai dua lapisan membran, yaitu lapisan membran luar dan lapisan membran dalam. Lapisan membran dalam ada dalam bentuk lipatan-lipatan yang sering disebut dengan cristae. Di dalam mitokondria terdapat 'ruangan' yang disebut matriks, dimana beberapa mineral dapat ditemukan. Sel yang mempunyai banyak mitokondria dapat dijumpai di jantung, hati, dan otot. Reaksi respirasi yang terjadi di mitokondria antaralain reaksi dekarboksilasi oksidatif, daur krebs, dan transfer electron.



Gambar 3. Struktur mitokondria . *Sumber : biology Campbell*

h. Ribosom

Ribosom adalah organel kecil dan padat dalam sel yang berfungsi sebagai tempat sintesis protein. Ribosom berdiameter sekitar 20 nm serta terdiri atas 65% RNA ribosom (rRNA) dan 35% protein ribosom (RNP). Organel ini menerjemahkan mRNA untuk membentuk rantai polipeptida menggunakan asam amino yang dibawa oleh tRNA pada proses translasi. Di dalam sel,

ribosom tersuspensi di dalam sitosol atau terikat pada RE kasar, atau pada membran inti sel.

i. Retikulum Endoplasma (RE)

Memiliki struktur yang menyerupai kantung berlapis-lapis. Kantung ini disebut cisternae. RE merupakan labirin membran yang sangat banyak sehingga meliputi separuh lebih dari total membran dalam sel-sel eukariotik. Fungsi retikulum endoplasma:

- Menampung protein yang dihasilkan oleh ribosom (masuk ke dalam rongga RE) untuk disalurkan pada kompleks golgi dan berakhir pada sel.
(RE kasar)
- Mensintesis lemak dan kolesterol (RE kasar dan RE halus)
- Menetralkan racun (detoksifikasi) (RE dalam sel hati)
- Transportasi molekul-molekul dari bagian yang satu ke bagian yang lainnya
(RE kasar dan RE halus).

Retikulum endoplasma kasar disebut demikian karena permukaannya ditempel banyak ribosom. Ribosom yang mulai mensintesis protein dengan tempat tujuan tertentu, seperti organel tertentu atau membran, akan menempel pada retikulum endoplasma kasar. Protein yang terbentuk akan terdorong ke bagian dalam retikulum endoplasma yang disebut lumen. Di dalam lumen, protein tersebut mengalami pelipatan dan dimodifikasi, misalnya dengan penambahan karbohidrat untuk membentuk glikoprotein. Protein tersebut lalu dipindahkan ke bagian lain sel di dalam vesikel kecil yang menyembul keluar dari retikulum endoplasma, dan bergabung dengan organel yang berperan lebih lanjut dalam modifikasi dan distribusinya. Kebanyakan protein menuju ke badan Golgi, yang akan mengemas dan memilahnya untuk diantarkan ke tujuan akhirnya.

Retikulum endoplasma halus tidak memiliki ribosom pada permukaannya. Retikulum endoplasma halus berfungsi, misalnya, dalam sintesis lipid komponen membran sel. Dalam jenis sel tertentu, misalnya sel hati, membran retikulum endoplasma halus mengandung enzim yang mengubah obat-obatan, racun, dan produk sampingan beracun dari metabolisme sel menjadi senyawa-senyawa yang kurang beracun atau lebih mudah dikeluarkan tubuh.

j. Badan Golgi

Badan Golgi (dinamai menurut nama penemunya, Camillo Golgi) tersusun atas setumpuk kantong pipih dari membran yang disebut sisterna. Biasanya terdapat tiga sampai delapan sisterna, tetapi ada sejumlah organisme yang memiliki badan Golgi dengan puluhan sisterna. Jumlah dan ukuran badan Golgi bergantung pada jenis sel dan aktivitas metabolismenya. Sel yang aktif melakukan sekresi protein dapat memiliki ratusan badan Golgi. Organel ini biasanya terletak di antara retikulum endoplasma dan membran plasma. Sisi badan Golgi yang paling dekat dengan nukleus disebut sisi cis, sementara sisi yang menjauhi nukleus disebut sisi trans. Ketika tiba di sisi cis, protein dimasukkan ke dalam lumen sisterna. Di dalam lumen, protein tersebut dimodifikasi, misalnya dengan penambahan karbohidrat, ditandai dengan penanda kimiawi, dan dipilah-pilah agar nantinya dapat dikirim ke tujuannya masing-masing. Badan Golgi mengatur pergerakan berbagai jenis protein; ada yang disekresikan ke luar sel, ada yang digabungkan ke membran plasma sebagai protein transmembran, dan ada pula yang ditempatkan di dalam lisosom. Protein yang disekresikan dari sel diangkut ke membran plasma di dalam vesikel sekresi, yang melepaskan isinya dengan cara bergabung dengan membran plasma dalam proses eksositosis. Proses sebaliknya,

endositosis, dapat terjadi bila membran plasma mencekung ke dalam sel dan membentuk vesikel endositosis yang dibawa ke badan Golgi atau tempat lain, misalnya lisosom.

k. Lisosom

pada sel hewan merupakan vesikel yang memuat lebih dari 30 jenis enzim hidrolitik untuk menguraikan berbagai molekul kompleks. Sel menggunakan kembali subunit molekul yang sudah diuraikan lisosom itu. Bergantung pada zat yang diuraikannya, lisosom dapat memiliki berbagai ukuran dan bentuk. Organel ini dibentuk sebagai vesikel yang melepaskan diri dari badan Golgi. Lisosom menguraikan molekul makanan yang masuk ke dalam sel melalui endositosis ketika suatu vesikel endositosis bergabung dengan lisosom. Dalam proses yang disebut autofagi, lisosom mencerna organel yang tidak berfungsi dengan benar. Lisosom juga berperan dalam fagositosis, proses yang dilakukan sejumlah jenis sel untuk menelan bakteri atau fragmen sel lain untuk diuraikan. Contoh sel yang melakukan fagositosis ialah sejenis sel darah putih yang disebut fagosit, yang berperan penting dalam sistem kekebalan tubuh.

l. Vakuola

Kebanyakan fungsi lisosom sel hewan dilakukan oleh vakuola pada sel tumbuhan. Membran vakuola, yang merupakan bagian dari sistem endomembran, disebut tonoplas. Vakuola berasal dari kata bahasa Latin *vacuolum* yang berarti 'kosong' dan dinamai demikian karena organel ini tidak memiliki struktur internal. Umumnya vakuola lebih besar daripada vesikel, dan kadang kala terbentuk dari gabungan banyak vesikel. Sel tumbuhan muda berukuran kecil dan mengandung banyak vakuola kecil yang kemudian bergabung membentuk suatu vakuola sentral seiring dengan penambahan air ke dalamnya. Ukuran sel tumbuhan diperbesar

dengan menambahkan air ke dalam vakuola sentral tersebut. Vakuola sentral juga mengandung cadangan makanan, garam-garam, pigmen, dan limbah metabolisme. Zat yang beracun bagi herbivora dapat pula disimpan dalam vakuola sebagai mekanisme pertahanan. Vakuola juga berperan penting dalam mempertahankan tekanan turgor tumbuhan. Vakuola memiliki banyak fungsi lain dan juga dapat ditemukan pada sel hewan dan protista uniseluler. Kebanyakan protozoa memiliki vakuola makanan, yang bergabung dengan lisosom agar makanan di dalamnya dapat dicerna. Beberapa jenis protozoa juga memiliki vakuola kontraktil, yang mengeluarkan kelebihan air dari sel.

m. Badan Mikro

Badan mikro terdiri atas:

1) Peroksisom

Peroksisom banyak terdapat pada sel-sel yang banyak melakukan respirasi. Contoh: Sel hati, ginjal, dan otot.

2) Glikosisom

Glikosisom hanya terdapat pada sel tumbuhan, terutama pada jaringan yang mengandung lemak, seperti biji-bijian berlemak. Glikosisom menghasilkan enzim katalase dan oksidasi yang berperan dalam proses metabolisme lemak, dan akan menghasilkan energi yang diperlukan untuk perkecambahan biji.

3. Perbedaan Sel Hewan dan Tumbuhan

Sel tumbuhan, sel hewan, dan sel bakteri secara umum mempunyai beberapa perbedaan fungsi dan struktur masing-masing organel sel.

Perbedaan Sel Tumbuhan Dan Sel Hewan.

SEL TUMBUHAN	SEL HEWAN
Sel tumbuhan lebih besar daripada sel hewan.	Sel hewan lebih kecil daripada sel tumbuhan.
Mempunyai bentuk yang tetap.	Tidak mempunyai bentuk yang tetap.
Mempunyai plastid	Tidak mempunyai plastid
Mempunyai vakuola yang besar	Tidak mempunyai vakuola, walaupun kadang-kadang beberapa sel hewan uniseluler memiliki vakuola tapi ukurannya kecil. Yang biasa dimiliki hewan adalah vesikel
Organel yang melakukan ekskresi pada tumbuhan disebut kistiosom yang fungsinya sama dengan badan golgi pada hewan	Organel yang melakukan ekskresi pada tumbuhan disebut badan golgi.
Menyimpan tenaga dalam bentuk pati.	Menyimpan tenaga dalam bentuk Glikogen
Tidak mempunyai sentrosom	Mempunyai sentrosom
Tidak memiliki lisosom	Memiliki lisosom
Nukleus lebih kecil dari vakuola	Nukleus lebih besar dari vesikel

Latihan Soal

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Omnie cellula e cellula dicetuskan pertama kali oleh
 - A. Robert Hooke
 - B. Dujardin
 - C. Schwann
 - D. Virchow
2. Postulat pertama dari teori sel berbunyi
 - A. semua organisme hidup terdiri atas sel
 - B. semua sel yang ada sekarang berasal dari sel sebelumnya

- C. sel merupakan kesatuan fungsi yang terkecil
 - D. semua sel ber dinding
3. Istilah sel pertama kali dikemukakan pada
- A. abad 16 oleh Robert Brown
 - B. abad 17 oleh Robert Hooke
 - C. abad 17 oleh Rudolf Virchow
 - D. abad 16 oleh Theodor Schwann
4. Perkembangan sel selanjutnya dengan mengamati protozoa, darah, dan sperma dilakukan oleh
- A. Robert Hooke
 - B. Theodor Schwann
 - C. Antoni van Leeuwenhoek
 - D. Robert Brown
5. Pernyataan berikut berhubungan dengan protoplasma, kecuali
- A. pertama dikenal sebagai zahir, yang memiliki tanda-tanda hidup
 - B. dibangun oleh senyawa-senyawa air, protein, karbohidrat, lipid, dan asam nukleat
 - C. mengandung organel
 - D. berstruktur sangat sederhana
6. Berdasarkan teori sel yang dicetuskan oleh Schleiden dan Schwann, dikenal definisi sel sebagai....
- A. sel merupakan kesatuan fungsional suatu kehidupan
 - B. sel merupakan kesatuan dasar struktur, fungsi, dan pewarisan
 - C. sel merupakan kesatuan fungsi yang terkecil

- D. semua makhluk hidup terdiri atas 1 atau lebih sel bernukleus
7. Pernyataan “Bahwa semua sel berasal dari sel sebelumnya dengan cara pembelahan” dinyatakan oleh....
- A. Robert Brown
 - B. Rudolf Virchow
 - C. Robert Hooke
 - D. Antoni van Leeuwenhoek
8. Di antara protoplasma sel satu dengan sel lainnya dibedakan oleh....
- A. struktur
 - B. komponen penyusun
 - C. sifat kimia
 - D. fisiko-kimia protoplasma
9. Unsur kimia yang terdapat pada protoplasma dalam jumlah sedikit adalah
- A. hidrogen
 - B. oksigen
 - C. nitrogen
 - D. kalsium
10. Garam-garam mineral, senyawa organik, dan gas dalam protoplasma dapat dijumpai terlarut dalam
- A. air intramolekul
 - B. air antarmolekul
 - C. air bebas
 - D. air terikat

Daftar Pustaka

Campbell, N.A., Reece J.B., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman SA., Minorsky

PV dan Jackson R.B, 1999. Biologi Edisi Kelima

Yuwono, T. 2005. Biologi Molekuler. Jakarta: Erlangga.

BAB III

STRUKTUR DAN ORGANISASI TUBUH HEWAN

1. Jaringan pada Hewan

Jaringan pada hewan tersusun atas sel-sel. Sel-sel tersebut memiliki fungsi dan bentuk yang sama sehingga jaringan dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Misalnya, jaringan otot yang tersusun atas sel-sel otot. (Kimbal, J.W,1990)

Jaringan dapat dikelompokkan ke dalam empat kelompok, yaitu sebagai berikut:

a. Jaringan epitel

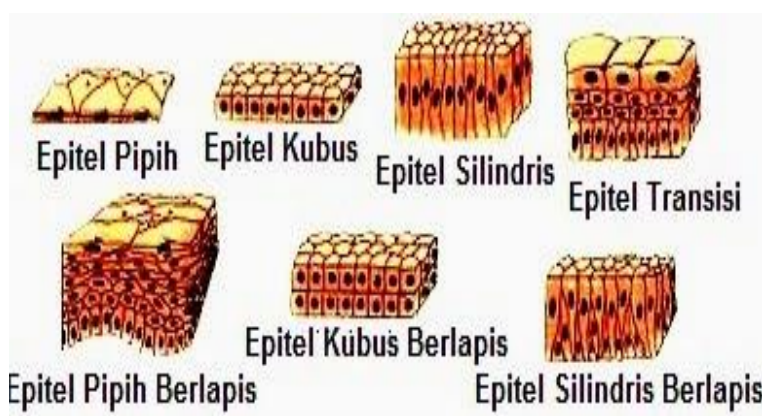
Adalah jaringan yang melapisi atau menutup permukaan tubuh, organ tubuh, rongga tubuh atau permukaan saluran tubuh hewan.

Fungsi dari jaringan epitel antara lain:

- 1) Pelindung atau proteksi, misal epitel pada kulit dan rongga mulut.
- 2) Sebagai kelenjar atau menghasilkan getah.
- 3) Kelenjar terbagi menjadi eksokrin (melalui sebuah saluran, contoh kelenjar keringat dan kelenjar air liur) dan endokrin (tidak mempunyai saluran khusus tetapi langsung melalui saluran darah, contoh kelenjar tiroid , kelenjar hipofisis dll).
- 4) Sebagai penerima rangsang (reseptor), disebut epitel sensori (neuroepitelium) contoh yang terletak disekitar alat indra.
- 5) Berdasarkan bentuk dan susunannya jaringan epitel dibedakan menjadi :
 - Epitel pipih berlapis tunggal 1, antara lain terdapat pada pembuluh darah, pembuluh limfa, selaput bagian dalam telinga, kapsula glomerulus pada ginjal. Fungsinya terkait dengan proses difusi dan filtrasi atau penyaringan.
 - Epitel pipih berlapis banyak, Misalnya jaringan yang melapisi rongga mulut,

epidermis, esofagus, vagina, rongga hidung. Fungsinya terkait dengan proteksi atau perlindungan.

- Epitel kubus berlapis tunggal, Misalnya sel epitel yang melapisi permukaan dalam lensa mata, permukaan ovary atau indung telur, saluran nefron ginjal.
- Epitel Kubus Berlapis banyak Misalnya, epitel yang membentuk saluran kelenjar minyak dan kelenjar keringat pada kulit.
- Epitel Silindris Berlapis Tunggal Misalnya, jaringan yang melapisi permukaan dalam lambung, jonjot usus, kelenjar pencernaan, saluran pernapasan bagian atas. Fungsinya berhubungan dengan sekresi, adsorpsi dan proteksi.
- Epitel Silindris Berlapis Banyak Terdapat pada saluran ekskresi kelenjar ludah dan kelenjar susu, uretra serta permukaan alat tubuh yang basah.
- Epitel Silindris Berlapis Banyak Semu (Epitel Silindris Bersilia) Terdapat pada saluran ekskresi besar, saluran reproduksi jantan, saluran pernapasan. Fungsi berhubungan dengan proteksi atau perlindungan, sekresi dan gerakan zat yang melewati permukaan.
- Epitel Transisional Merupakan epitel berlapis yang sel-selnya tidak dapat digolongkan berdasarkan bentuknya. Bila jaringan menggelembung, bentuknya berubah. Biasanya membrane dasarnya tidak jelas.



Gambar 3. Jaringan epitel sumber: biology, Campbell.

b. Jaringan ikat

Berfungsi sebagai pengikat, penyokong, dan pemberi bentuk pada tubuh. Jaringan penguat sering disebut juga jaringan penyokong atau jaringan penunjang.

c. Jaringan otot

Tersusun atas sel-sel otot yang tugasnya menggerakkan berbagai bagian tubuh. Dibedakan menjadi tiga ;

1) Otot lurik (otot rangka)

Merupakan otot yang menempel pada rangka. Oleh karena itu, sering disebut juga otot rangka. Miofibril yang tersusun sejajar dengan serabut otot membentuk daerah-daerah terang dan gelap sehingga tampak seperti berlurik-lurik. Otot lurik mempunyai banyak inti sel Otot lurik bekerja di bawah kesadaran.

2) Otot polos

Bentuk selnya menyerupai gelendong. Setiap sel memiliki satu inti sel yang terletak di bagian tengah sel. Otot polos tidak bekerja di bawah kesadaran. Otot polos terdapat di organ organ yang bekerja tanpa sadar (*involuntary*), seperti lambung, usus, kandung kemih, dan saluran pernapasan. (Yuwono, T. 2005)

3) Otot jantung

Kerjanya tidak disadari. Akan tetapi, otot jantung berbeda dengan otot polos. Struktur otot jantung mirip dengan otot lurik. Namun, selnya membentuk rantai dan bercabang dengan satu atau dua inti sel. Otot jantung hanya terdapat di jantung, tidak terdapat di organ lain. Untuk mengetahui perbedaan antar ketiga jaringan otot tersebut, cermati table berikut:

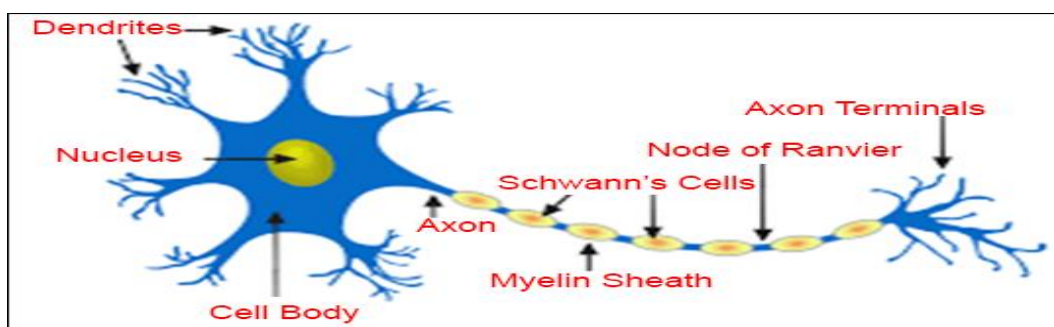
NO	Pembeda	Otot Polos	Otot Lurik	Otot Jantung
1	Inti sel	Satu inti di tengah	Banyak inti di Tepi	Satu inti
2	Sifat kerja	Tidak menurut kehendak	Menurut Kehendak	Tidak menurut Kehendak
3	Reaksi terhadap Rangsang	Lambat	Cepat	Lambat
4	Letak	Dinding saluran tubuh, pembuluh darah, usus	Pada rangka	Pada dinding Jantung

d. Jaringan saraf

Berfungsi menanggapi rangsang dan meneruskan impuls dari satu bagian tubuh ke bagian tubuh yang lain. Jaringan syaraf tersusun atas sel-sel saraf atau neuron. Sel saraf terdiri atas badan sel yang memiliki banyak cabang. cabang-cabang inilah yang menghubungkan sel saraf yang satu dengan sel saraf yang lainnya sehingga terbentuk jaringan syaraf. Ada tiga macam sel syaraf :

- Sel syaraf motoric
- Sel syaraf sensorik
- Sel syaraf penghubung

Jaringan syaraf terdapat di otak, sumsum tulang belakang dan di urat syaraf. Sel syaraf mempunyai kemampuan iritabilitas (kemampuan sel saraf untuk bereaksi terhadap perubahan lingkungan) dan konduktivitas (kemampuan jaringan saraf membawa impuls-impuls saraf atau pesan). Untuk mengenal struktur sel syaraf, coba perhatikan gambar berikut!



Gambar 5. Neuron. Sumber *biology campbell*.

Dendrit membawa rangsang menuju badan sel, sedangkan akson membawa impuls rangsang dari badan sel ke neuron lain atau otot. Akson dibungkus oleh selubung lemak yang disebut **selubung mielin**. Selubung tersebut adalah perluasan membran sel yang mengiringi akson. Di bagian tertentu, selubung mielin menipis, kemudian menebal kembali. Bagian selubung mielin yang menipis tersebut dinamakan **nodus Ranvier**. Nodus ini sangat berperan untuk penguatan dan percepatan pengiriman impuls saraf. Berdasarkan cara neuron mengirimkan rangsang, neuron dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Neuron aferen, menyampaikan pesan dari organ ke saraf pusat, baik sumsum tulang belakang atau otak. Oleh karena itu, penerima rangsang ini sering disebut juga neuron sensorik.
- 2) Neuron intermedier, penghubung antara neuron aferen dan neuron eferen.

Neuron intermedier terdapat di sistem saraf pusat. Neuron intermedier meneruskan rangsang dari neuron aferen ke neuron eferen, atau ke neuron intermedier yang lain.
- 3) Neuron eferen, meneruskan impuls saraf yang diterima dari neuron intermedier. Pesan yang dikirim menentukan tanggapan tubuh terhadap rangsang yang diterima oleh neuron aferen. Dendrit dari neuron eferen menempel di otot sehingga sering disebut juga neuron motorik.

2. Sistem Organ pada Hewan

Makhluk hidup multiseluler adalah organisme dengan kompleksitas sistem yang tinggi. Pada organisme multiseluler, fungsi-fungsi hidupnya ditopang oleh sistem organ. Sistem organ terdiri atas beberapa organ yang bekerja sama menjalankan suatu proses yang menunjang kehidupan seluruh sistem-sistem organ yang lain. Keseluruhan sistem organ tersebut, akhirnya membentuk satu individu organisme.

a. Sistem Pencernaan Makanan

Sistem ini berfungsi mengolah dan mengubah makanan, berupa molekul organik kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana (sari pati makanan) agar dapat diserap tubuh. Organ yang terkait dengan fungsi sistem ini, antara lain mulut (kelenjar ludah, gigi, dan lidah), esofagus, lambung, usus halus, dan usus besar.

b. Sistem Pernapasan

Sistem ini berfungsi menyediakan oksigen dan mengeluarkan sisa metabolisme yang berbentuk CO₂. Sistem pernapasan tersusun oleh beberapa organ, di antaranya saluran-saluran pernapasan yang meliputi faring, laring, dan trakea serta paru-paru yang meliputi sistem bronkus dan alveolus.

c. Sistem Sirkulasi

Sistem ini berfungsi mengangkut dan mendistribusikan oksigen, air, dan sari makanan berupa molekul-molekul organik seperti glukosa. Selain itu, berfungsi juga mengangkut hasil sisa metabolisme untuk dikeluarkan dari tubuh. Sistem ini terdiri atas organ-organ, seperti jantung, arteri dan vena, pembuluh limfa, dan kelenjar limfa.

d. Sistem Ekskresi

Sistem ini berfungsi mengeluarkan sisa-sisa metabolisme, selain CO₂ atau cairan. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga titik keseimbangan cairan tubuh. Sistem ekskresi tersusun atas beberapa organ, seperti ginjal, kantung urine, ureter, kelenjar keringat, dan uretra.

e. Sistem Endokrin

Sistem ini mengatur aktivitas tubuh, seperti pertumbuhan dan homeostasis. Sistem ini tersusun oleh berbagai macam kelenjar, seperti kelenjar hipofisis,

epifisis, kelenjar anak ginjal, dan kelenjar gondok.

f. Sistem Saraf

Sistem saraf berperan dalam menyampaikan rangsang yang diperoleh dari lingkungan, mempersepsikan rangsang, untuk kemudian merespons rangsang tersebut.

g. Sistem Rangka

Sistem ini berfungsi menopang dan memberi bentuk pada tubuh. Sistem rangka berfungsi juga melindungi bagian-bagian tubuh yang lunak atau rentan, seperti tengkorak yang berfungsi melindungi otak. Selain itu, sistem ini juga berfungsi sebagai tempat melekatnya otot rangka yang sangat dibutuhkan dalam gerak aktif. Jaringan darah juga dibentuk di dalam sumsum tulang.

h. Sistem Otot

Sistem ini adalah alat gerak utama serta membentuk postur tubuh. Dalam otot, disimpan glikogen yang berfungsi sebagai cadangan energi yang akan digunakan oleh otot untuk berkontraksi. Organ yang berada dalam sistem otot ini adalah otot rangka (otot lurik), otot polos, dan otot jantung.

i. Sistem Reproduksi

Sistem ini berkaitan dengan perbanyakan diri (perkembangbiakan). Organ-organ penyusun sistem reproduksi pria dan wanita berbeda.

j. Sistem Kekebalan dan Limfatik

Sistem ini berfungsi sebagai pertahanan tubuh melawan penyakit. Sistem ini terdiri atas sumsum tulang, kelenjar timus, kelenjar limfa, dan pembuluh limfa.

Latihan Soal

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

1. Jelaskan tiga perbedaan struktural antara jaringan epitel dengan jaringan jaringan ikat!
2. Gambarkan struktur sel saraf dilengkapi dengan keterangan bagian-bagiannya!
3. Tuliskan tiga perbedaan antara jaringan otot rangka, otot polos, dan otot jantung!
4. Tuliskan tiga perbedaan antara pembuluh darah arteri, vena, dan kapiler!
5. Jelaskan tiga ciri struktural dan fungsi organ yang menyusun sistem pencernaan pada manusia!
6. Jelaskan tiga ciri struktural dan fungsi organ yang menyusun sistem pernapasan pada manusia!

Daftar Pustaka

- Campbell, N.A., Reece J.B., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman SA., Minorsky PV dan Jackson R.B, 1999. Biologi Edisi Kelima
- Kimball, J.W.1990. Biologi. Alih Bahasa: Soetarmi. Erlangga. Jakarta.
- Yuwono, T. 2005. Biologi Molekuler. Jakarta: Erlangga.

BAB IV STRUKTUR DAN ORGANISASI TUBUH TUMBUHAN

Tubuh tumbuhan dan hewan terdiri dari ratusan sampai ratusan triliunan sel, kecuali tubuh paling sederhana, sel terorganisasi menjadi jaringan, organ, dan system organ yang setiapnya dapat melakukan fungsi tertentu. Suatu jaringan terdiri dari satu atau lebih jenis sel dan sering kali suatu matriks ekstraseluler secara kolektif menjalankan fungsi tertentu. Contohnya, jaringan saraf. (Kimball, J.W,1990)

Jaringan tumbuhan berdasarkan sifatnya dibedakan menjadi dua macam, yaitu jaringan meristem dan jaringan permanen.

1.Jaringan meristem (jaringan embrional)

Jaringan Meristem terdiri atas kumpulan sel muda yang terus membelah menghasilkan jaringan yang lain. Jaringan meristem memiliki fungsi sebagai jaringan embrionik, yang membentuk sel-sel baru yang akan berdiferensiasi menjadi jaringan lain. Ciri-ciri sel penyusun jaringan meristem sebagai berikut.

- Aktif membelah dan belum mengalami diferensiasi.
- Berukuran kecil dan berdinding tipis.
- Memiliki nucleus relative kecil, bervakuola kecil, dan mengandung banyak sitoplasma.
- Berbentuk kuboid atau prismatic.

Berdasarkan letaknya, meristem dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

- Meristem apikal

Merupakan meristem yang terletak diujung batang dan diujung akar.

Pertumbuhan meristem apikal menyebabkan penambahan panjang tumbuhan, baik ke arah atas pada apikal batang ataupun ke arah bawah pada apikal akar.

- Meristem interkalar

Meristem ini terletak di antara jaringan dewasa, yakni pada ruas batang.

Meristem ini berfungsi untuk pemanjangan ruas batang.

- Meristem lateral

Disebut pula dengan meristem samping. Yang termasuk dalam meristem lateral adalah cambium pembuluh dan cambium gabus. Meristem lateral memiliki fungsi dalam pembesaran pada bagian batang dan akar.

Berdasarkan asal pembentukannya, meristem dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

a. Meristem primer

Jaringan meristem yang pertama kali dibentuk langsung oleh sel-sel embrionik pada saat proses perkecambahan. Meristem ini berfungsi sebagai titik pertumbuhan primer, yaitu pertumbuhan ukuran tumbuhan.

b. Meristem sekunder

Jaringan meristem yang berkembang dari jaringan meristem primer yang telah mengalami diferensiasi. Meristem ini berperan dalam pertumbuhan sekunder tumbuhan, yaitu penambahan diameter batang dan akar.

2. Jaringan permanen (jaringan dewasa)

Terdiri atas sel-sel yang sudah tidak membelah dan telah mengalami diferensiasi. Jaringan dewasa meliputi jaringan pelindung, jaringan dasar, jaringan penguat, dan jaringan pengangkut.

a. Jaringan Pelindung

Jaringan pelindung berfungsi melindungi tumbuhan dari pengaruh luar yang merugikan. Jaringan pelindung pada tumbuhan berupa jaringan epidermis. Beberapa ciri jaringan epidermis tumbuhan sebagai berikut.

1. Terdiri atas satu lapis sel.
2. Tersusun atas sel-sel hidup.
3. Memiliki beragam bentuk.
4. Tidak memiliki klorofil.
5. Mengalami modifikasi membentuk derivat jaringan epidermis, misalnya stomata, spina (duri), filamen, sel kipas, sel kersik (sel silika), dan trikومات (rambut-rambut).
6. Dinding sel jaringan epidermis bagian luar yang berbatasan dengan udara mengalami penebalan, sedangkan dinding sel jaringan epidermis bagian dalam yang berbatasan dengan jaringan lain tetap tipis.

Apabila jaringan epidermis rusak, fungsinya digantikan oleh jaringan gabus. Jaringan gabus dibedakan menjadi tiga macam, yaitu eksodermis, endodermis, dan peridermis.

b. Jaringan Dasar (Parenkim)

Parenkim disebut jaringan dasar karena terletak hampir disemua bagian tubuh tumbuhan. Ciri-ciri sel penyusun jaringan parenkim sebagai berikut.

1. Selnya bersegi banyak.
2. Dinding sel tipis dan mempunyai vakuola yang besar untuk menyimpan makanan cadangan.
3. Terdiri dari sel-sel hidup.
4. Mempunyai banyak ruang antar sel (untuk pertukaran gas)

5. Dapat bersifat meristematis karena dapat membelah diri untuk memperbaiki jaringan yang rusak.

Berdasarkan fungsinya, jaringan parenkim dibedakan menjadi lima macam sebagai berikut:

- a. Parenkim asimilasi (klorenkim), jaringan parenkim yang mengandung klorofil (untuk fotosintesis). Contoh parenkim palisade dan parenkim spons pada daun.
- b. Parenkim penimbun, jaringan parenkim ini dapat menyimpan makanan cadangan dalam bentuk yang berbeda-beda, misalnya sebagai larutan didalam vakuola dan dalam bentuk partikel padat atau cairan di sitoplasma.
- c. Parenkim air, jaringan parenkim yang mampu menyimpan air.
- d. Parenkim udara (aerenkim), jaringan parenkim yang mampu menyimpan udara. Contoh parenkim pada batang teratai (untuk mengapung).
- e. Parenkim pengangkut, jaringan parenkim ini terdapat disekitar jaringan pengangkut (floem dan xilem). Sel-selnya berbentuk memanjang sesuai arah pengangkutnya.

Berdasarkan bentuknya, jaringan parenkim dibedakan menjadi empat macam seperti berikut:

1. Parenkim palisade, jaringan parenkim ini menyusun mesofil daun yang sel-sel penyusunnya berbentuk silindris atau memanjang, tegak, dan mengandung kloroplas.
2. Parenkim bunga karang, jaringan parenkim ini menyusun mesofil daun yang sel-sel penyusunnya memiliki bentuk dan ukuran yang tidak teratur dengan ruang antarsel relatif lebih besar.

3. Parenkim lipatan, jaringan parenkim ini memiliki dinding sel yang mengalami lipatan kearah dalam serta mengandung banyak kloroplas.
4. Parenkim bintang, jaringan parenkim ini berbentuk seperti bintang dan bersambungan pada ujung-ujungnya.

c. Jaringan Penguat

Jaringan penguat dalam tumbuhan berfungsi untuk menyokong atau menguatkan bagian tubuh tumbuhan.

Berdasarkan bentuk dan sifatnya, jaringan penguat dibedakan menjadi jaringan kolenkim dan sklerenkim.

d. Jaringan Kolenkim

Ciri-ciri jaringan kolenkim sebagai berikut.

- Merupakan penguat utama organ-organ tumbuhan yang masih aktif mengadakan pertumbuhan dan perkembangan.
- Umumnya terletak di bawah epidermis batang, tangkai daun, tangkai bunga, ibu tulang daun.
- Dinding selnya tidak mengandung lignin tetapi mengandung selulosa, pectin dan hemiselulosa.
- Sel-sel kolenkim mengalami penebalan setempat pada dinding selnya.

e. Jaringan sklerenkim

Ciri-ciri jaringan sklerenkim sebagai berikut:

Hanya terdapat pada jaringan tumbuhan yang tidak lagi mengadakan pertumbuhan dan perkembangan. Terdiri atas sel-sel mati, Dinding selnya sangat tebal dan kuat karena mengandung lignin. Ada yang berbentuk benang panjang dan ada pula yang kecil tidak beraturan.

f. Jaringan Pengangkut

Jaringan ini mempunyai peran untuk melaksanakan fungsi transpor atau pengangkutan zat. Berdasarkan bentuk dan sifatnya, jaringan pengangkut dibedakan menjadi jaringan floem dan xilem.

a) Floem

Floem berfungsi mengangkut dan mengedarkan zat-zat makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Floem terdiri atas unsur- unsur kibril (sel-sel tapis dan komponen buluh tapis).

b) Xilem

Xilem berfungsi mengangkut air dan unsure hara dari akar ke daun. Xilem terdiri atas unsure trakeal (trakea dan trakeid), serabut xilem, serta parenkim xilem.

3. Organ dan Sistem Organ pada Tumbuhan

Organ adalah kumpulan beberapa macam jaringan yang bekerja sama untuk melakukan tugas tertentu. Organ sering kali tersusun atas jaringan-jaringan yang berbeda. truktur organ pada organisme berbeda-beda. Semakin tinggi tingkat organisme, semakin sempurna dan kompleks organnya. Gabungan dari organ- organ ini selanjutnya bergabung menjadi satu membentuk sistem organ.

a. Akar

Akar merupakan bagian tumbuhan berbiji yang berada di dalam tanah, berwarna putih dan bentuknya meruncing sehingga lebih mudah menembus tanah. Akar berasal dari akar lembaga (radix) yang terdapat di biji tumbuhan. Akar berkembang dari meristem apikal ujung akar yang dilindungi oleh tudung akar (kaliptra) yang berfungsi untuk melindungi ujung akar sewaktu menembus

tanah. Pada akar, pertumbuhan sekundernya sangat bervariasi. Kebanyakan akar tumbuhan monokotil serta tumbuhan dikotil yang berbentuk perdu atau cabang akar tumbuhan dikotil berbentuk pohon atau Gymnospermae tidak mengadakan pertumbuhan sekunder. Dengan demikian, korteks susunannya tetap, akar yang tua membentuk eksodermis sebagai penguat dan endodermis berada pada fase tertier. (Kimball, J.W,1990)

Tumbuhan yang akarnya mengalami pertumbuhan sekunder hanya terdapat pada akar tunggang tumbuhan dikotil, akibat aktivitas kambium vaskuler sehingga garis tengahnya membesar. Perkembangan kambium itu selanjutnya menghasilkan xilem sekunder dan floem sekunder.

Setelah kambium mengadakan pertumbuhan sekunder, maka akan terbentuk kambium gabus pada korteks. Kambium gabus ini membentuk jaringan gabus ke arah luar yang makin lama semakin banyak lapisannya. Sehingga jaringan di luar lapisan gabus tersebut tidak lagi memperoleh sumber tenaga dan jaringan tersebut termasuk epidermis akar akan terkelupas.

1. Anatomi akar

Pada akar, struktur anatominya dapat dilihat dengan mikroskop setelah memotongnya secara melintang ataupun membujur. Berikut bagian-bagian dari anatomi akar.

- Epidermis

Dalam struktur anatomi akar, epidermis merupakan bagian terluar yang asalnya dari protoderm. Sel epidermis akar memiliki dinding yang tipis, tersusun rapat dan tidak memiliki kutikula sehingga membuatnya mudah ditembus air. Pada bagian epidermis tumbuhlah rambut-rambut akar hasil

darimodifikasi dari xilem yang mempunyai fungsi untuk pengambilan air dan garam mineral. Pertumbuhan rambut-rambut akar menyebabkan permukaan akar lebih luas sehingga proses penyerapan lebih efisien.

- Korteks

Korteks disusun oleh jaringan parenkim yang fungsinya sebagai tempat menyimpan cadangan makanan. Dalam sel-sel korteks terdapat cadangan makanan berupa amilum dan substansi lain. Korteks terdiri atas beberapa sel yang berdinding tipis dan tidak rapat, juga terdapat ruang antar sel untuk pertukaran gas. Sel-sel korteks berbentuk relatif bulat (isodiametris) dengan ruang interseluler yang jelas. Air dan garam-garam mineral yang masuk melalui bulu akar akan melewati sel-sel korteks melalui ruang- ruang interseluler yang disebut dengan peristiwa transportasi ekstraseluler secara apoplas. (Yuwono, T. 2005)

- Endodermis

Endodermis merupakan selapis sel yang memisahkan korteks dan silinder pusat. Dinding sel endodermis mengalami penebalan lignin dan suberin di bagian dalam, sehingga tidak dapat ditembus air dan larutan hara, kecuali sel-sel tertentu yang disebut sel peresap. Dalam pengamatan potongan melintang satu sel endodermis dengan penebalan suberin tampak sesuatu seperti titik yang disebut titik Caspary (Kaspari). Deretan titik Caspary membentuk pita Caspary. Endodermis berfungsi mengatur lalu lintas zat ke dalam pembuluh akar.

- Silinder Pusat

Silinder pusat terletak di sebelah dalam endodermis. terdapat berkas pengangkut serta jaringan-jaringan lainnya pada silinder pusat yang terdiri dari xilem dan floem yang tersusun teratur membentuk jari-jari atau radial. Pada tumbuhan dikotil, antara xilem dan floem terdapat kambium. Aktivitas kambium ke arah luar membentuk unsur kulit, sedangkan ke arah dalam membentuk unsur kayu. Dilapisan terluar dari silinder pusat terdapat perisikel atau perikambium. Aktivitas perisikel membentuk cabang-cabang akar. Pada akar tumbuhan monokotil, letak xilem dan floem berselang-seling membentuk lingkaran. Pada akar dikotil, xilem berbentuk bintang dan berada di pusat akar, sedangkan floem mengelilingi xilem

2. Fungsi Akar

Akar sejatinya memiliki fungsi mengokohkan tegaknya tumbuhan itu sendiri. Kemudian fungsinya ialah menyerap air dan garam mineral serta mengalirkannya ke batang dan daun. Selain itu akar juga dapat menyimpan cadangan makanan. Dalam beberapa tumbuhan, akar dapat berfungsi sebagai alat reproduksi. Misalnya pada tumbuhan yang berimpang, seperti jahe, kunyit serta tanaman lain seperti sukun dimana bagian akarnya dapat tumbuh tunas yang dapat menjadi tumbuhan baru. Tumbuhan tertentu lainnya juga menggunakan akar untuk bernafas yang disebut akar nafas seperti pada tumbuhan bakau.

b. Batang

Batang terdiri atas tiga sistem jaringan, yaitu dermal, fundamental dan vaskuler. Pada tumbuhan konifer (pinus dan sebangsanya) dan tumbuhan dikotil, sistem vaskuler pada ruas batang berupa silinder dan baik di

sebelah luarnya maupun sebelah dalamnya terdapat jaringan dasar korteks dan empulur. Berkas-berkas pengangkut pada sistem vaskuler satu sama lain dipisahkan oleh parenkim interfasikuler, yang menghubungkan empulur dengan korteks. Jaringan dikatakan interfasikuler karena terletak diantara berkas-berkas pengangkut. Jaringan ini juga disebut jari-jari empulur. Pada batang paku-pakuan, beberapa tumbuhan dikotil berbentuk herba dan kebanyakan tumbuhan monokoyil memiliki susunan jaringan pengangkut yang kompleks. Jika dilihat penampang lintangnya, berkas pengangkutnya mungkin tersusun dalam beberapa lingkaran mungkin tersebar diseluruh penampang. jika berkas-berkas pengangkut tidak tersusun dalam suatu lingkaran pada penampang lintang ruas batang, batas dan beda jaringan dasar pada korteks dan empulur tidak tegas atau tidak ada.

1. Anatomi batang

- Epidermis

Epidermis adalah jaringan yang bidup, sel-selnya memiliki daya untuk membelah-belah. sifat ini penting karena epidermis harus mengimbangi bertambag besarnya batang karena adanya pertumbuhan menebal primer dan sekunder. Sels=sel epidermis mengimbangi pertumbuhan ini dengan pembesaran ke arah tangensial dan pembelahan radial. Tetap adanya aktivitas mitotik pada epidermis batang sangat menarik pada jenis-jenis tumbuhan dengan pembentukan periderm yang sangat terlambat.

- Korteks

Korteks batang disusun oleh parenkin yang mengandung kloroplas.

Ruang antar sel sangat nyata namun kadang terbatas pada parenkim yang terletak di bagian tengah korteks. Pada kebanyakan tumbuhan Angiospermae yang akuatik korteks berkembang sebagai aerenkim dengan ruang-ruang antar sel yang lebar. Dalam berbagai tumbuhan, bagian luar batang tidak dikuatkan oleh kolenkim melainkan sklerenkim, terutama pada rumput-rumputan. Tumbuhan konifer umumnya juga tidak memiliki jaringan penguat pada korteksnya.

- Stele

Stele terdiri atas jaringan pengangkut, empulur dan perikambium serta jari-jari kambium untuk golongan tumbuhan tertentu. Pada berkas-berkas pengangkut, letak floem terhadap xilem bervariasi. Jika xilem berdampingan dengan floem, xilem di sebelah dalam dan floem berada di luar maka disebut tipe kolateral. Floem dan xilem yang dipisahkan oleh kambium dinamakan tipe kolateral terbuka, kambium diantara kedua pembuluh tersebut dinamakan kambium vasikuler (tumbuhan dikotil). Pada tanaman monokotil, bertipe kolateral tertutup, tidak ada kambium diantara xilem dan floem.

Empulur pada batang mengandung kristal, minyak, atau bahan lain dan juga sklereid.

2. Fungsi Batang

Batang tumbuhan berfungsi untuk menyalurkan air dan garam mineral dari akar ke daun dan zat makanan dari daun ke seluruh bagian tubuh, mengarahkan tumbuhan agar mendapatkan cahaya matahari yang cukup, tempat penimbunan cadangan makanan juga tempat melekatnya daun, bunga, dan buah. Selain itu batang juga sebagai alat transportasi

dan penyokong, mengandung klorofil untuk Fotosintesis dan jaringan pembuluh pengangkut pada batang merupakan lanjutan dari akar dan daun.

c. Daun

Daun adalah organ tumbuhan yang memiliki fungsi utama untuk membuat makanan melalui proses fotosintesis. Selain itu, daun juga berfungsi sebagai tempat pengeluaran air dengan cara penguapan dan respirasi. Secara morfologi, daun terdiri dari helaian daun (lamina), tangkai daun (petiolus), dan pelepah daun (folius). Struktur yang terdapat pada lapisan daun yaitu sebagai berikut.

1. Epidermis atas, terkadang dilapisi oleh kutikula.
2. Jaringan palisade parenkim, mengandung banyak klorofil.
3. Berkas pembuluh, terdapat xylem dan floem.
4. Jaringan spons parenkim, mengandung sedikit klorofil Epidermis bawah, terdapat stomata.

d. Bunga

Bunga adalah alat reproduksi yang terdapat pada tumbuhan. Bunga memiliki beberapa bagian, yaitu :

1. Kelopak bunga, umumnya memiliki warna hijau. Fungsi kelopak bunga adalah untuk membungkus dan melindungi kuncup bunga sebelum mekar
2. Mahkota bunga, memiliki warna yang cerah. Fungsi mahkota bunga yaitu untuk menarik serangga datang dan menyerbuki bunga
3. Benang sari, merupakan alat kelamin jantan pada tumbuhan. Jika serbuk sari masuk ke putik, maka akan terjadi pembuahan.
4. Putik, adalah alat kelamin betina pada tumbuhan.

e. Buah

Buah memiliki aneka bentuk, warna, juga rasa. Buah dan biji merupakan hasil dari perubahan pada bunga. Perubahan tersebut terjadi dalam proses perkembangbiakan atau proses tumbuhan memperbanyak dirinya. Buah berfungsi untuk melindungi biji yang merupakan bakal tumbuhan baru. Struktur pada buah sebagai berikut:

1. Tangkai, menghubungkan buah dengan batang.
2. Kulit buah, merupakan lapisan paling luar dari buah.
3. Daging buah, bagian buah yang biasanya dapat dikonsumsi.
4. Biji, terdapat di tengah-tengah buah dan merupakan bakal tumbuhan baru.

Latihan Soal

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

1. Tuliskan dua perbedaan antara jaringan muda dengan jaringan dewasa pada tumbuhan!
2. Jelaskan karakteristik jaringan meristem dan letaknya pada tubuh tumbuhan!
3. Tuliskan tiga perbedaan antara jaringan epidermis dengan jaringan parenkim!
4. Jelaskan hubungan antara struktur jaringan pengangkut dengan fungsi yang dijalankan!
5. Jelaskan dua perbedaan struktur anatomi antara akar monokotil dengan akar dikotil!
6. Jelaskan bagian –bagian anatomi batang!

Daftar Pustaka

- Kimball, J.W.1990. Biologi. Alih Bahasa: Soetarmi. Erlangga. Jakarta.
- Yuwono, T. 2005. Biologi Molekuler. Jakarta: Erlangga

BAB V

METABOLISME DAN ENERGI SEL

1. Pengertian Metabolisme

Makhluk multiseluler, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan tersusun atas jutaan sel. Tiap sel memiliki fungsi tertentu untuk kelangsungan hidup suatu organisme. Untuk menjalankan fungsinya, sel melakukan proses metabolisme. Metabolisme adalah reaksi-reaksi kimia yang terjadi di dalam sel. Reaksi kimia ini akan mengubah suatu zat menjadi zat lain.

Metabolisme disebut juga reaksi enzimatik, karena metabolisme terjadi selalu menggunakan katalisator enzim. Metabolisme melibatkan banyak komponen (molekul – molekul) yang terdapat di dalam sel. Komponen yang memiliki keterkaitan erat dengan metabolisme diantaranya enzim dan ATP. (Darnell, J., H. Lodish & D. Baltimore. 1990)

2. Enzim

Enzim merupakan senyawa protein yang berfungsi sebagai biokatalisator yang dihasilkan di dalam sel. Struktur enzim terdiri dari:

- a. *Apoenzim*, yaitu bagian enzim yang tersusun dari protein, yang akan rusak bila suhu terlampaui panas (termolabil).
- b. *Gugus Prostetik (Kofaktor)*, yaitu bagian enzim yang tidak tersusun dari protein, tetapi dari ion-ion logam atau molekul-molekul organik yang disebut *koenzim*. Molekul gugus prostetik lebih kecil dan tahan panas (termostabil), ion-ion logam yang menjadi kofaktor berperan

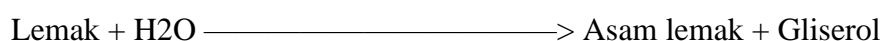
- c. sebagai stabilisator agarenzim tetap aktif. Koenzim yang terkenal pada rantai pengangkutan elektron (respirasi sel), yaitu NAD (Nikotinamid Adenin Dinukleotida), FAD (Flavin Adenin Dinukleotida), SITOKROM.

Enzim mengatur kecepatan dan kekhususan ribuan reaksi kimia yang berlangsung di dalam sel. Walaupun enzim dibuat di dalam sel, tetapi untuk bertindak sebagai katalis tidak harus berada di dalam sel. Reaksi yang dikendalikan oleh enzim antara lain ialah respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, kontraksi otot, fotosintesis, fiksasi, nitrogen, dan pencernaan.

Enzim mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Biokatalisator, mempercepat jalannya reaksi tanpa ikut bereaksi.
2. Thermolabil, mudah rusak, bila dipanasi lebih dari suhu 60° C, karena enzim tersusun dari protein yang mempunyai sifat thermolabil. Merupakan senyawa protein sehingga sifat protein tetap melekat pada enzim.
3. Dibutuhkan dalam jumlah sedikit, sebagai biokatalisator, reaksinya sangat cepat dan dapat digunakan berulang-ulang.
4. Bekerjanya ada yang di dalam sel (endoenzim) dan di luar sel (ektoenzim), contoh ektoenzim: amilase, maltase.
5. Umumnya enzim bekerja mengkatalisis reaksi satu arah, meskipun ada juga yang mengkatalisis reaksi dua arah, contoh : lipase, mengkatalisis pembentukan dan penguraian lemak.

lipase



6. Bekerjanya spesifik ; enzim bersifat spesifik, karena bagian yang aktif (permukaan tempat melekatnya substrat) hanya setangkup dengan permukaan substrat tertentu. Seperti gembok dengan kunci.
7. Umumnya enzim tak dapat bekerja tanpa adanya suatu zat non protein tambahan yang disebut kofaktor.

Cara kerja enzim ada dua macam yaitu dengan model kunci gembok dan kecocokan terinduksi.

- a. Kunci gembok (lock and key)

Enzim dimisalkan sebagai gembok karena memiliki sebuah bagian kecil yang dapat berikatan dengan **substrat**. Bagian tersebut disebut sisi aktif. Substrat dimisalkan sebagai kunci karena dapat berikatan secara pas dengan sisi aktif enzim (gembok).

- b. Kecocokan terinduksi (induced fit)

Pada model ini, penempelan substrat pada sisi aktif enzim akan menginduksi perubahan sisi aktif enzim menjadi sesuai dengan bentuk substrat.

Faktor yang mempengaruhi kerja enzim:

- Temperatur
- Perubahan PH
- Konsentrasi Enzim dan Substrat
- Inhibitor Enzim

3. ATP (Adenosin Tri Phosphat)

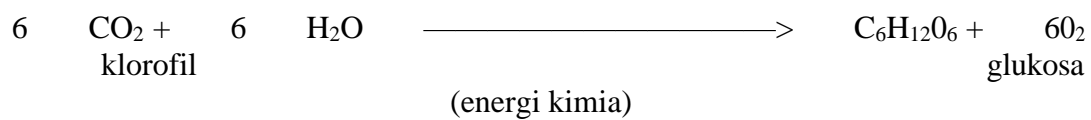
Molekul ATP adalah molekul berenergi tinggi. Merupakan ikatan tiga molekul fosfat dengan senyawa Adenosin. Ikatan kimianya labil, mudah melepaskan gugus fosfatnya meskipun digolongkan sebagai molekul

berenergi tinggi.

Perubahan ATP menjadi ADP (Adenosin Tri Phosphat) diikuti dengan pembebasan energi sebanyak 7,3 kalori/mol ATP. Peristiwa perubahan ATP menjadi ADP merupakan reaksi yang dapat balik.

4. Anabolisme/Asimilasi/Sintesis

Anabolisme adalah suatu peristiwa perubahan senyawa sederhana menjadi senyawa kompleks, nama lain dari anabolisme adalah peristiwa sintesis atau penyusunan. Anabolisme memerlukan energi, misalnya : energi cahaya untuk fotosintesis, energi kimia untuk kemosintesis. (Darnell, J., H. Lodish & D. Baltimore. 1990). Contoh : fotosintesis (asimilasi C) energi cahaya.



a. Fotosintesis

Arti fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan dengan menggunakan energi cahaya atau foton. Sumber energi cahaya alami adalah matahari yang memiliki spektrum cahaya infra merah (tidak kelihatan), merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu dan ultra ungu. Yang digunakan dalam proses fotosintesis adalah spektrum cahaya tampak, dari ungu sampai merah, infra merah dan ultra ungu tidak digunakan dalam fotosintesis.

Dalam fotosintesis, dihasilkan karbohidrat dan oksigen, oksigen sebagai hasil sampingan dari fotosintesis, volumenya dapat diukur, oleh sebab itu untuk mengetahui tingkat produksi fotosintesis adalah dengan mengatur volume oksigen yang dikeluarkan dari tubuh tumbuhan. Fotosintesis hanya

berlangsung pada sel yang memiliki pigmen fotosintetik. Di dalam daun terdapat jaringan pagar dan jaringan bunga karang, pada keduanya mengandung kloroplast yang mengandung klorofil / pigmen hijau yang merupakan salah satu pigmen fotosintetik yang mampu menyerap energi cahaya matahari.

Dilihat dari strukturnya, kloroplas terdiri atas membran ganda yang melingkupi ruangan yang berisi cairan yang disebut **stroma**. Membran tersebut membentuk suatu sistem membran tilakoid yang berwujud sebagai suatu bangunan yang disebut kantung tilakoid. Kantung-kantung tilakoid tersebut dapat berlapis-lapis dan membentuk apa yang disebut **grana**. Klorofil terdapat pada membran tilakoid dan perubahan energi cahaya menjadi energi kimia berlangsung dalam tilakoid, sedang pembentukan glukosa sebagai produk akhir fotosintesis berlangsung di **stroma**. (Darnell, J., H. Lodish & D. Baltimore. 1990).

- Reaksi terang

Pada tahun 1937 : Robin Hill mengemukakan bahwa cahaya matahari yang ditangkap oleh klorofil digunakan untuk memecahkan air menjadi hidrogen dan oksigen. Peristiwa ini disebut fotolisis (reaksi terang). Reaksi terang mengubah energi cahaya menjadi energi kimiawi yang berupa ATP atau NADPH. Molekul pigmen dan protein yang melakukan reaksi terang ditemukan dalam membrane tilakoid dan termasuk molekul-molekul dari dua fotosistem dan rantai transpor electron.

- Reaksi gelap (Siklus Calvin)

H₂ yang terlepas akan diikat oleh NADP dan terbentuklah NADPH₂, sedang O₂ tetap dalam keadaan bebas. Menurut Blackman

(1905) akan terjadi penyusutan CO_2 oleh H_2 yang dibawa oleh NADP tanpa menggunakan cahaya. Peristiwa ini disebut reaksi gelap. Siklus Calvin yang terjadi dalam stroma kloroplas, menggunakan ATP dan NADPH untuk mengubah CO_2 menjadi karbohidrat. Produk langsung dari siklus Calvin adalah gula berkarbon-tiga gliseraldehid 3-fosfat(G3P), enzim dalam kloroplas dan sitosol mengubah gula kecil ini menjadi bermacam-macam senyawa organik lainnya. Siklus Calvin mengembalikan ADP, fosfat organik dan NADPH^+ ke reaksi terang.

b. Sintesis Protein

Sintesis protein yang berlangsung di dalam sel, melibatkan DNA, RNA dan Ribosom. Penggabungan molekul-molekul asam amino dalam jumlah besar akan membentuk molekul polipeptida. Pada dasarnya protein adalah suatu polipeptida. Setiap sel dari organisme mampu untuk mensintesis protein-protein tertentu yang sesuai dengan keperluannya. Sintesis protein dalam sel dapat terjadi karena pada inti sel terdapat suatu zat (substansi) yang berperan penting sebagai "pengatur sintesis protein". Substansi-substansi tersebut adalah DNA dan RNA.

c. Sintesis Lemak

Lemak dapat disintesis dari karbohidrat dan protein, karena dalam metabolisme, ketiga zat tersebut bertemu di dalam daur Krebs. Sebagian besar pertemuannya berlangsung melalui pintu gerbang utama siklus (daur) Krebs, yaitu Asetil Ko-enzim A. Akibatnya ketiga macam senyawa tadi dapat saling mengisi sebagai bahan pembentuk semua zat tersebut. Lemak dapat dibentuk dari protein dan karbohidrat, karbohidrat dapat

dibentuk dari lemak dan protein dan seterusnya.

d. Sintesis Karbohidrat

Proses pada sintesis Karbohidrat :

a) Glikolisis

Glikogen adalah polisakarida yang tersimpan dalam sel – sel hewan bersama dengan air dan digunakan sebagai sumber energi. Ketika pecah didalam tubuh, glikogen di ubah menjadi glukosa, sumber energi yang penting bagi hewan. Banyak penelitian telah dilakukan pada glikogen dan perannya dalam tubuh, sejak itu glikogen di akui sebagai bagian penting dari system penyimpanan energy tubuh.

b) Glikogenesis

Glikogenesis adalah proses pembentukan glikogen dari glukosa.

c) Glikogenolisis

Proses penguraian Glikogen menjadi glukosa.

d) HMP shunt

Jalan lain disamping jalan Embden – Meyerhof untuk oksidasi glukosa. Fungsi utamanya adalah sinesia perantara penting seperti NADPH dan ribosa.

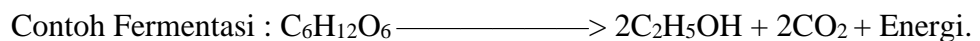
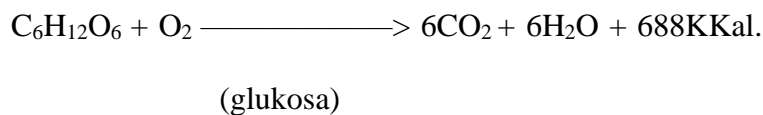
e) Glukoneogenesis

Glukoneogenesis adalah pembentukan glikosa atau glikogen dari sumber bukan karbohidrat. Jalan yang yang tersangkut dalam glukoneogenesisi terutama siklus asam nitrat dan kebalikan glikolisis. Substrat utamanya adalah asam amino glokogenik, laktat dan gliserol.

5. Katabolisme (Dissimilasi)

Katabolisme adalah reaksi pemecahan atau pembongkaran senyawa kimia kompleks yang mengandung energi tinggi menjadi senyawa sederhana yang mengandung energi lebih rendah. Tujuan utama katabolisme adalah untuk membebaskan energi yang terkandung di dalam senyawa sumber. Bila pembongkaran suatu zat dalam lingkungan cukup oksigen (aerob) disebut proses respirasi, bila dalam lingkungan tanpa oksigen (anaerob) disebut fermentasi.

Contoh Respirasi :



Respirasi

Reaksi respirasi merupakan reaksi katabolisme yang memecah molekul-molekul gula mendapatkan energi melalui proses glikolisis.

Senyawa gula diperoleh dari proses fotosintesis.

A. Glikolisis (Gliko = gula, lisis=penguraian)

Bahan baku glikolisis adalah glukosa. Senyawa ini terdiri atas molekul karbon, hydrogen, dan oksigen dengan rumus molekul $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Glikolisis merupakan proses penguraian glukosa menjadi dua molekul asam piruvat. Proses ini bersifat anaerob (tidak membutuhkan oksigen bebas) dan berlangsung di sitosol.

Tahapan Glikolisis adalah sebagai berikut.

1. Fosforilasi glukosa oleh ATP

Penambahan satu fosfat oleh ATP terhadap glukosa menghasilkan

gluksa 6-fosfat, dan ATP berubah menjadi ADP. Peristiwa ini disebut **forforilasi** yang berlangsung dengan bantuan enzim heksokinase.

2. Penyusunan kembali, diikuti dengan forforilasi kedua. Hasil akhir dari forforilasi berupa fruktosa 1,6-bifosfat. Dari sinilah dimulai proses glikolisis.
3. Glikolisis dimulai dari perubahan fruktosa 1,6- bifosfat yang memiliki 6 buah C menjadi 2 gliseraldehida 3-fosfat (memiliki 3 buah atom C) dan dihidroksiaseton fosfat. Pembongkaran ini dibantu oleh enzim adolase.
4. Oksidasi yang diikuti dengan fosforilasi, menghasilkan 2 molekul NADH dan 2 molekul BPG yang masing-masing memiliki satu ikatan fosfat berenergi tinggi. 1,3- bifosfogliseraldehida diubah menjadi asam 1,3-bifosfogliserat (BPG) dengan bantuan enzim dehidrogenase.
5. Pelepasan fosfat berenergi tinggi dari 1,3 bifosfogliserat yang kemudian bereaksi dengan 2 molekul ADP menghasilkan 2 molekul ATP dan 2 molekul 3-fosfogliserat. Asam 1,3-bifosfogliserat berubah menjadi asam 3-fosfogliserat (3PG) karena kehilangan satu fosfat. Proses ini berlangsung dengan bantuan enzim fosfogliserokinase.
6. Pelepasan air menghasilkan 2 molekul fosfoenol piruvat yang masing-masing memiliki ikatan fosfat berenergi tinggi. Asam 3-fosfogliserat (3PG) diubah menjadi asam 2-fosfoenolgliserat (2PG) oleh enzim fosfogliseromutase. Kemudian enzim enolase dan ion Mg mengubah asam 2-fosfoenolgliserat (2PG) menjadi fosfoenol piruvat (PEP).
7. Pelepasan fosfat berenergi tinggi dari fosfoenolpiruvat yang kemudian diterima oleh 2 molekul ADP menghasilkan 2 molekul

ATP dan 2 molekul asam piruvat. Proses ini dibantu enzim piruvatkinase. Jadi produk yang dihasilkan pada glikolisis adalah 2 molekul asam piruvat, 2 molekul ATP dan 2 molekul NADH.

B. Dekarboksilasi oksidatif

Apabila asupan oksigen kedalam sel tercukupi asam piruvat akan memasuki mitokondria dan diubah menjadi senyawa dengan dua atom karbon, yaitu: asetil koenzim A atau asetil ko-A. tahapan ini terjadi diruang antara membrane mitokondria. Untuk membawa asam piruvat dari sitosol ke mitokondria membutuhkan dua molekul ATP. Produk yang dihasilkan pada dekarboksilasi oksidatif adalah 2 molekul asetil ko-A, 2 molekul CO₂ dan dua molekul NADH.

C. Siklus Krebs atau siklus asam sitrat

Proses ini pertama kali ditemukan oleh Sir Hans Adolf Krebs (1930). Siklus Krebs disebut juga asam sitrat atau siklus asam trikarboksilat. Tahapan ini terjadi di matrik mitokondria. Asetil ko-A direaksikan dengan asam oksaloasetat membentuk asam sitrat dan membebaskan ko-A. selanjutnya terjadi serangkaian reaksi kimia yang meregenerasi asam sitrat kembali menjadi asam oksaloasetat. Tahapan siklus krebs adalah sebagai berikut :

- a) Asetil ko-A akan bereaksi dengan asam oksaloasetat membentuk asam sitrat. Ko-A dibebaskan kembali.
- b) Asam sitrat bereaksi dengan NAD⁺ membentuk asam α - ketoglutarat dan membebaskan CO₂.
- c) Asam α - ketoglutarat bereaksi dengan NAD⁺ membentuk asam suksinat dan ATP. Selain itu, asam α - ketoglutarat akan bereaksi

dengan ADP dan asam Fosfat anorganik membentuk NADH, CO₂, dan ATP.

- d) Asam suksinat bereaksi dengan FAD membentuk asam malat dan FADH₂.
- e) Asam malat bereaksi dengan NAD⁺ membentuk asam oksaloasetat untuk kembali bereaksi dengan molekul asetil ko-A. reaksi ini membebaskan NADH.

D. Transpor elektron

Rantai transpor elektron menerima elektron dari produk hasil perombakan glikolisis dan siklus Krebs dan mentransfer elektron dari satu molekul ke molekul lain langkah ketiga respirasi, rantai transpor elektron menerima elektron dari produk hasil perombakan kedua langkah yang pertama tersebut dan melewati elektron ini dari satu molekul ke molekul lain. Pada akhir rantai ini, elektron digabungkan dengan ion hidrogen dan oksigen molekuler untuk membentuk air. Energi yang dilepas pada setiap langkah rantai tersebut disimpan dalam bentuk yang digunakan oleh mitokondria untuk membuat ATP. Modus sintesis ATP ini disebut fosforilasi oksidatif karena sintesis ini digerakkan oleh reaksi redoks yang mentransfer elektron dari makanan ke oksigen.

Tempat transpor elektron dan fosforilasi oksidatif ialah membran dalam mitokondria. Fosforilasi oksidatif bertanggung jawab atas hampir 90% ATP yang dihasilkan oleh respirasi. Sejumlah kecil ATP dibentuk langsung dalam beberapa glikolisis dan siklus krebs oleh mekanisme yang disebut fosforilasi tingkat substrat. Energi yang dilepaskan dari setiap pelepasan elektron tersebut digunakan untuk membuat ATP.

Respirasi menukar satuan energi yang besar yang ditumpuk dalam glukosa dengan suatu perubahan kecil ATP, yang lebih praktis untuk digunakan sel dalam melakukan kerjanya. Untuk setiap molekul glukosa yang dirombak menjadi karbon dioksida dan air oleh respirasi, sel ini menghasilkan kira-kira 38 molekul ATP.

Faktor-faktor yang mempengaruhi respirasi dapat di bedakan menjadi dua bagian yakni : faktor dalam sel itu sendiri dan faktor di luar sel seperti suhu, kadar O₂, kadar air, dan cahaya.

a. Fermentasi

Dalam keadaan normal, respirasi seluler organisme dilakukan melalui proses fosforilasi oksidatif yang memerlukan oksigen bebas. Sehingga hasil ATP respirasi sangat tergantung pada pasokan oksigen yang cukup bagi selnya. Tanpa oksigen elektronegatif untuk menarik electron pada rantai transport electron, fosforilasi oksidatif akan terhenti.

Akan tetapi, fermentasi memberikan suatu mekanisme sehingga sebagian sel dapat mengoksidasi makanan dan menghasilkan ATP tanpa bantuan oksigen. Misalnya, pada tumbuhan darat yang tanahnya tergenang air sehingga akar tidak dapat melakukan respirasi aerob karena kadar oksigen dalam rongga tanah sangat rendah.

Secara prosedural, fermentasi merupakan suatu perluasan glikolisis yang dapat menghasilkan ATP hanya dengan fosforilasi tingkat substrat sepanjang terdapat pasokan NAD⁺ yang cukup untuk menerima electron selama langkah oksidasi dalam glikolisis.

Mekanisme fermentasi tidak dapat mendaur ulang NAD^+ dari NADH karena tidak mempunyai agen pengoksidasi (kondisi anaerob). Sehingga yang terjadi adalah NADH melakukan transfer electron ke piruvat atau turunan piruvat. Berikut bahasan terhadap dua macam fermentasi yang umum yaitu fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat.

1. Fermentasi alkohol

Fermentasi alkohol biasanya dilakukan oleh ragi dan bakteri yang banyak digunakan dalam pembuatan bir dan anggur. Pada Fermentasi alkohol, piruvat diubah menjadi etanol dalam dua langkah.- Langkah pertama menghidrolisis piruvat dengan molekul air sehingga melepaskan karbondioksida dari piruvat dan mengubahnya menjadi asetaldehida berkarbon dua. Dalam langkah kedua, asetaldehida direduksi oleh NADH menjadi etanol sehingga meregenerasi pasokan NAD^+ yang dibutuhkan untuk glikolisis.

2.Fermentasi asam laktat

Fermentasi asam laktat banyak dilakukan oleh fungi dan bakteri tertentu digunakan dalam industri susu untuk membuat keju dan yogurt. Aseton dan methanol merupakan beberapa produk samping fermentasi mikroba jenis lain yang penting secara komersil. Dalam fermentasi asam laktat, piruvat direduksi langsung oleh NADH untuk membentuk laktat sebagai produk limbahnya, tanpa melepaskan CO_2 . Pada sel otot manusia, fermentasi asam laktat dilakukan apabila suplay oksigen tubuh kurang. Laktat yang terakumulasi sebagai produk limbah dapat

menyebabkan otot letih dan nyeri, namun secara perlahan diangkut oleh darah ke hati untuk diubah kembali menjadi piruvat.

Latihan Soal

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Jelaskanlah apa perbedaan pada peristiwa metabolisme antara proses anabolisme dan katabolisme!
2. Jelaskan apa peranan Adenosine Triphosphate (ATP) dalam sistem tubuh!
3. Jelaskan apa perbedaan antara reaksi gelap dan reaksi terang pada proses fotosintesis!
4. Jelaskanlah apa yang dimaksud dengan proses glikolisis!
5. Jelaskan apa manfaat dari proses Glukoneogenesis!

Daftar Pustaka

Darnell, J., H. Lodish & D. Baltimore. 1990. *Molecular Cell Biology*. Second Edition. New York: Scientific American Books.

BAB VI

KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP

1. Konsep Keanekaragaman Makhluk Hidup

a) Pengertian Konsep

Menurut para ahli konsep diartikan dengan beberapa pengertian.

a) Menurut Soedjaji (2000:14) pengertian konsep adalah ide abstrak yang dapat digunakan untuk mengadakan klasifikasi atau penggolongan yang pada umumnya dinyatakan dengan suatu istilah atau rangkaian kata.

b) Menurut Bahri (2008:30) pengertian konsep adalah satuan arti yang mewakili sejumlah objek yang mempunyai cirri yang sama.

b) Pengertian Makhluk Hidup

Bunga, kambing, ikan, burung dan juga manusia, semuanya bergerak, memerlukan makanan, bernafas, dan berkembangbiak. Mengapa hal ini terjadi? Nah, Hal tersebut terjadi karena mereka adalah makhluk hidup. Motor tidak bisa bergerak jika tidak diisi bensin. Demikian juga dengan sepeda dan bentor, jika tidak dikendarai manusia tidak akan bergerak. Benda itu dinamakan dengan makhluk tak hidup karena tidak melakukan hal-hal yang dilakukan makhluk hidup. Jadi makhluk hidup adalah makhluk yang memiliki ciri-ciri kehidupan seperti bernafas, bergerak, dan berkembang biak.

c) Pengertian Keanekaragaman Makhluk Hidup

Keanekaragaman makhluk hidup menunjukkan sejumlah variasi yang ada pada makhluk hidup baik variasi gen, jenis dan ekosistem yang disuatu lingkungan tertentu. Keanekaragaman makhluk hidup yang ada di bumi kita ini merupakan hasil proses evolusi yang sangat lama, sehingga

melahirkan bermacam-macam makhluk hidup. (Darnell, J., H. Lodish & D. Baltimore. 1990)

2 Faktor penyebab terjadinya keanekaragaman makhluk hidup

Keanekaragaman makhluk hidup disuatu wilayah tidak terlepas dari dukungan kondisi di wilayah itu. Ada tumbuhan yang hanya dapat tumbuh di daerah yang beriklim tropis, dimana banyak curah hujan dan sinar matahari, dan ada yang hanya dapat tumbuh di daerah yang dingin dan lembab. Dukungan kondisi suatu wilayah terhadap keberadaan flora dan fauna berupa faktor-faktor fisik (abiotik) dan faktor fisik (biotik). Yang termasuk faktor fisik (abiotik) adalah iklim, suhu, kelembaban, udara, angin, air, tanah, dan ketinggian. Dan yang termasuk faktor non fisik (biotik) adalah manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan. Faktor-faktor yang mempengaruhi keanekaragaman makhluk hidup terdiri dari :

- Faktor Biotik yaitu yang terdiri dari makhluk hidup
- Faktor Abiotik yaitu meliputi :

Faktor Fisik, meliputi : tanah, cahaya, suhu, air dan kelembapan.

Faktor Kimia, meliputi : kandungan mineral, sanitasi dan tingkat keasinan.

Pemanfaatan keanekaragaman hayati secara tidak bertanggung jawab oleh manusia dapat merugikan manusia itu sendiri, karena keanekaragaman hayati sangat penting dalam segala bidang kehidupan, misalnya dalam bidang biologi mempunyai peranan penting dalam ini dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Sedangkan dalam bidang ekonomi keanekaragaman hayati sangat bermanfaat, misalnya sebagai sumber bahan makanan. Penurunan keanekaragaman hayati disebabkan oleh

faktor-faktor berikut :

Faktor Alami, misalnya : banjir, gunung meletus dan tanah longsor.

Faktor Manusia, misalnya : penebangan liar dan pembuangan limbah di aliran sungai.

3. Keanekaragaman Ekosistem

Keanekaragaman ekosistem merupakan suatu satuan lingkungan, yang terdiri dari unsur-unsur biotik, yaitu jenis-jenis makhluk hidup, serta unsur abiotik, yaitu faktor-faktor fisik (iklim, air, tanah) dan kimia (keasaman, salinitas) yang saling berinteraksi satu sama lainnya. Dilihat dari komponen biotanya, jenis yang dapat hidup dalam ekosistem, ditentukan oleh hubungannya dengan jenis lain yang tinggal dalam ekosistem tersebut. Selain itu, keberadaannya ditentukan pula oleh lingkungan fisik dan kimia di sekitarnya. Dengan demikian interaksi antar organisme ditentukan oleh keseluruhan jenis, faktor-faktor fisik dan kimia yang menyusun ekosistem itu. Ekosistem terdiri dari atas perpaduan berbagai jenis, dengan berbagai macam kombinasi lingkungan fisik dan kimia yang beraneka ragam maka jika susunan komponen jenis dan susunan faktor fisik dan kimianya berbeda, ekosistem yang dihasilkannya pun berbeda pula. Perbedaan ini juga akan terlihat pada gatra pencirian ekosistem, yaitu perbedaan energitika, pendauran hara, dan produktivitasnya. Dari kenyataan ini memberikan kejelasan kepada kita adanya keanekaragaman ekosistem karena tidak mungkin semua ekosistem yang ada itu tersusun dari organisme-organisme yang sama dengan unsure-unsur lingkungan fisik dan kimia yang sama pula. Dua ekosistem yang berbeda akan memiliki kombinasi komponen Abiotik dan Biotik yang berbeda pula.

4 Keanekaragaman Jenis

Jenis (spesies) merupakan suatu satuan organisme yang dapat dikenal dari bentuk atau penampilannya dan terdiri atas pengelompokan populasi atau gabungan individu yang mampu kawin sesamanya secara bebas (tetapi tidak dapat melakukannya dengan jenis lain), untuk menghasilkan keturunan yang menyerupai tetuanya. Untuk kelompok individu yang tidak berbiak secara kawin, misalnya pada kebanyakan jenis mikrobiota batasan jenis ditentukan oleh kemampuannya dalam menduduki relung yang sama. Jenis itu terbentuk oleh kesesuaian kandungan genetik yang mengatur sifat-sifat kebakaan dengan lingkungan tempat hidupnya. Lingkungan tempat hidup jenis itu beraneka ragam, jenis yang dihasilkan pasti akan beranekaragam pula. Proses terjadinya jenis, pada umumnya berlangsung selama bermiliar-miliar tahun melalui proses evolusi, telah terbentuk jutaan jenis yang berbeda-beda. Cara proses ini berlangsung mengakibatkan adanya keterkaitan antara jenis yang satu dengan jenis yang lainnya. Keterkaitan inilah disebut kekerabatan.

Faktor kekerabatan (susunan genetik) suatu jenis, diturunkan dari suatu generasi ke generasi berikutnya. Oleh karena itu, anggota jenis yang sama akan memiliki kerangka dasar komponen genetik (kromosom) yang sama. Sebaliknya kerangka dasar komponen genetik (kromosom) jenis yang berbeda akan berbeda pula. Perbedaan ini terjadi dalam rangka penyesuaian suatu jenis terhadap lingkungan tempat hidupnya. Jika lingkungan ini berubah, pasti akan terjadi proses penyesuaian baru oleh jenis yang bersangkutan. Dalam skala waktu yang sangat panjang, besar kemungkinan, jenis yang mengalami penyesuaian ini akan berevolusi dan membentuk jenis-jenis baru (dengan demikian menambah keanekaragaman

jenis) atau punah karena tidak dapat menyesuaikan diri karena secara alami lingkungan terus menerus mengalami perubahan maka proses penyesuaian atau akan terus menerus terjadi. Kini di dunia terdapat sekitar 325.000 jenis tumbuhan, 1.6.000.000 jenis hewan dan 160.000 jenis jasad renik. Masing-masing jenis ini merupakan kesatuan yang terpisah dan memiliki karakter serta kekhasan sendiri-sendiri, baik sifat-sifat dalam maupun sifat-sifat luarnya (seperti daya berbiak, ketahanan terhadap penyakit, daya asing, kemampuan berpencair, ukuran tubuh dan ukuran individu).

Kekayaan jenis makhluk hidup di Indonesia

DUNIA	DIVISI/FILUM	Nama Umum	Indonesia
Monera	Bacteria	Bakteri dan ganggang	300
Fungi	Cyanophyceae	Biru	12.000
Plantae	Myco & Eumycota	Jamur	1.800
	Algae	Ganggang	1.500
	Bryophyta	Lumut	1.250
	Pteridophyta	Paku-pakuan	25.000
Animalia	Spermatophyta	Tumbuhan biji	35.000
	Protozoa	Protozoa	1.500
	Metazoa rendah		
	Asoelomata	Aselomata	1.000
	Vermes	Cacing	2.500
	Arthropoda	Serangga	250.000
	Mollusca	Keong	6.000
	Vertebrata:		
	Pisces	Ikan	2.500
	Amphibian	Amfibi	1.000
	Reptilian	Reptile	2.000
	Aves	Burung	1.300
Mamalia	Hewan menyusui	800	

Sesudah menyimak table rekapitulasi jumlah jenis makhluk yang menghuni bumi Indonesia, tidak perlu diragukan lagi akan besarnya khasanah keanekaragaman makhluk hidup Indonesia. Banyaknya jenis dan keanekaragaman tersebut menunjukkan betapa besar rahmat dan karunia Tuhan yang telah dilimpahkan kepada bangsa kita.

5. Keanekaragaman Genetik

Gen atau flasma nuftah adalah substansi kimia yang menentukan sifat keturunan yang terdapat dalam lokus kromosom yang tersusun atas benang-benang pembawa sifat keturunan. Kromosom terdapat di dalam inti sel. Seluruh organism yang ada di permukaan bumi ini mempunyai kerangka dasar komponen sifat menurun yang sama. Kerangka tersebut tersusun atas ribuan sampai jutaan faktor menurun yang mengatur tata cara penurunan sifat organisme. Keanekaragaman Genetik (Gen Diversity) adalah keanekaragaman genetika dalam suatu spesies. Hal ini terjadi melalui proses pertukaran gen, dan dinamika genom yang terjadi pada tingkat DNA yang menghasilkan evolusi pada suatu species tertentu. Keanekaragaman genetik mengacu pada variasi genetika di dalam spesies. Ini meliputi variasi genetika antara populasi yang berbeda dari spesies yang sama. Contohnya seperti empat varietas rosella pipi putih (*Platycercus eximius*) di Australia. Burung pipit Rosella Putih ini mengekspresikan variasi genetiknya dalam kombinasi warna yang berbeda antara satu sama lainnya. Perbedaan ini berhubungan juga dengan letak dan kondisi alam di masing-masing tempat. Keanekaragaman Genetik suatu spesies di suatu kawasan atau tempat dapat diukur dengan berbagai cara, seperti:

- a) Perbedaan warna dari sebuah spesies seperti burung Pipit Rosella, Jagung dan durian.
- b) Tehnik pengukuran DNA untuk memahami variasinya
- c) Dapat juga dilihat dari karakter dan sifat dari suatu spesies.

6. Prinsip-prinsip Pengelompokan Makhluk Hidup

Begitu beragamnya makhluk hidup di alam ini sehingga menuntut adanya suatu sistem untuk mengenal dan mempelajarinya. Beberapa ahli biologi mencoba menciptakan suatu sistem untuk mempermudah mengenal dan mempelajari

makhluk hidup yang beraneka ragam melalui suatu cara pengklasifikasian, misalnya berdasarkan persamaan dan perbedaan dalam ciri morfologi, fisiologi, anatomi, dan tingkah laku. Persamaan dan perbedaan ini dapat dijumpai pada tingkat spesies, genus, dan famili dan juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan habitatnya. Klasifikasi merupakan suatu cara yang sistematis dalam mempelajari suatu objek, misalnya makhluk hidup, dengan memperhatikan persamaan dan perbedaan ciri dan sifat yang tampak. Dalam klasifikasi diperlukan suatu metode penamaan (nomen klatur) sehingga objek studi dapat disederhanakan. Ilmu yang mempelajari klasifikasi disebut taksonomi. Pengetahuan taksonomi dapat dimanfaatkan untuk memahami arti keanekaragaman yang ada pada masa lalu dan masa sekarang.

Secara umum klasifikasi dapat diartikan sebagai suatu proses menggolong-golongkan sesuatu berdasarkan aturan tertentu. Tujuan dilakukannya klasifikasi untuk mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan tiap-tiap jenis agar mudah dikenal, mengetahui hubungan kekerabatan antarmakhluk hidup serta mempelajari evolusi makhluk hidup atas dasar kekerabatannya. Sebagai contoh, macan kumbang memiliki hubungan kekerabatan dengan kucing daripada dengan buaya karena macan kumbang dan kucing memiliki banyak persamaan ciri-ciri seperti sama-sama menyusui, bertulang belakang, berkaki empat, karnivora dan berambut. Sedangkan buaya bertelur, berkaki empat, kulit bersisik, dan melata.

A. Tahapan dalam Klasifikasi

Klasifikasi makhluk hidup dapat dilakukan melalui beberapa tahap, antara lain berikut ini:

a) Pencandraan sifat-sifat makhluk hidup

Pencandraan sifat-sifat makhluk hidup atau identifikasi ciri-ciri (sifatsifat)

organisme merupakan proses awal dalam klasifikasi. Identifikasi dimulai dari ciri-ciri yang tampak dan mudah diamati, seperti ciri-ciri morfologi, anatomi, dan fisiologi bagian-bagian tubuh. Misalnya, jumlah sayap, warna tubuh, jumlah ruas dada, dan cara makan.

- b) Pengelompokan berdasarkan ciri yang diamati Setelah masing-masing organisme diidentifikasi ciri atau sifatnya, selanjutnya dilakukan pengelompokan berdasarkan persamaan ciri atau sifat organisme tersebut. Contoh: burung, bebek dan ayam dikelompokkan dalam satu kelompok karena memiliki ciri-ciri yang sama yaitu: tubuh ditutupi bulu, memiliki paruh, bernapas dengan paru-paru, dan jantung terdiri dari empat ruang.
- c) Pemberian nama Pemberian nama takson merupakan hal yang sangat penting dalam klasifikasi. Misalnya, ayam dan itik dikelompokkan dalam kelompok unggas atau burung/aves berdasarkan ciri yang ada.

B. Urutan Tingkatan Takson dalam Klasifikasi Kegiatan pengelompokan makhluk hidup menghasilkan kelompok

Kelompok takson (jamak = taksa), Banyak dan sedikitnya persamaan atau perbedaan ciri antar anggota suatu kelompok makhluk hidup akan menentukan jenjang takson dan juga menunjukkan jenjang kekerabatannya. Kelompok makhluk hidup yang anggotanya memiliki sedikit persamaan berada pada takson yang lebih tinggi dibandingkan kelompok makhluk hidup yang anggotanya memiliki banyak persamaan. Semakin sedikit persamaan ciri antara makhluk hidup, semakin jauh kekerabatannya. Untuk memudahkan dalam pengelompokan organisme disusunlah suatu aturan pengelompokan, yang dimulai dari yang paling rendah, yaitu spesies sampai ke tingkatan yang paling tinggi, yaitu Kingdom.

- a) Spesies (jenis) Spesies merupakan unit dasar dari klasifikasi. Dua organisme atau

lebih dimasukkan dalam satu spesies yang sama jika organisme-organisme tersebut dapat melakukan perkawinan alami dan menghasilkan keturunan yang fertil, artinya keturunan (anak-anak) yang dihasilkan dapat kawin sesamanya dan dapat menghasilkan anak. Di dalam satu spesies sering terdapat berbagai macam makhluk hidup yang memiliki ciri khusus, yang disebut varietas atau ras. Varietas biasanya dipakai untuk menyebut variasi dalam satu spesies tumbuhan dan ras untuk hewan. Pada tumbuhan, di bawah spesies ada tingkatan takson yang setara dengan varietas, yaitu kultivar.

b) Genus (marga) Genus adalah tingkatan takson yang memiliki beberapa spesies yang memiliki kesamaan ciri. Misalnya, bawang merah (*Allium cepa*) dan bawang putih (*Allium sativum*) merupakan dua spesies berbeda, namun masih dalam satu genus yaitu *Allium*.

c) Famili (suku)

Famili adalah tingkatan takson yang anggotanya terdiri dari beberapa marga atau genus. Ketentuan untuk nama takson tingkat suku ialah terdiri atas satu kata, dibentuk dari salah satu nama takson tingkat marga yang dibawah dan dipilih sebagai tipe tata namanya ditambah dengan akhiran *aceae*, tidak dicetak miring. Contoh, *Solanaceae* dibentuk dari kata *Solanum* + *aceae* Namun, ada nama beberapa takson tingkat tumbuhan yang menyimpang dari ketentuan itu karena sudah sejak dulu digunakan. Misalnya, *Graminae*, nama lain dari *Poaceae*. *Compositae*, nama lain dari *Asteraceae*. Untuk hewan, dibentuk dengan cara, seperti pada tumbuhan, yaitu dari nama takson tingkat marga yang dipilih sebagai tipenya ditambah dengan akhiran *idea*. Misalnya, *Canidae*, dibentuk dari *Canis* + *idea*.

d) Ordo (bangsa)

Ordo adalah tingkatan takson yang menghimpun beberapa famili. Pada hewan, untuk nama-nama takson di atas kategori suku berlaku ketentuan: nama-nama itu terdiri atas satu kata berbentuk jamak, tidak terikat kepada tipe di bawahnya, biasanya bersifat deskriptif, tidak mempunyai akhiran tertentu. Contohnya, Ordo Carnivora.

beberapa kelompok khusus menggunakan akhiran iformes di belakang nama takson tingkat ordo. Misalnya, nama-nama tingkat ordo dari burungburung dibentuk dari nama takson tingkat genus ditambah akhiran iformes. Misalnya: Columbiformes, dibentuk dari Columba + iformes Passeriformes, dibentuk dari Passer + iformes. Untuk tumbuhan dapat diambil dari salah satu suku yang tergolong dengan mengubah akhiran aceae menjadi ales. Misalnya: Malvaceae (suku) Malvales (bangsa) Nama bangsa dapat juga diambil dari ciri khas dari seluruh bangsa. Misalnya: Tubiflorae (golongan tumbuhan yang berbunga tabung).

e) Classis (kelas)

Beberapa ordo yang memiliki persamaan ciri dimasukkan dalam satu kelas. Misalnya, berikut ini. 1) Ordo Carnivora, ordo Rodentia (binatang pengerat, misal tikus), ordo Primata (bangsa kera), ordo Chiroptera (bangsa kelelawar), dan ordo Insektivora mempunyai ciri-ciri yang sama, yaitu melahirkan anak, mempunyai kelenjar susu serta menyusui anaknya sehingga dimasukkan dalam satu kelas, yaitu Mamalia. 2) Dicotyledoneae (tumbuhan yang mempunyai lembaga dua).

f) Phylum (filum) atau divisio Filum atau divisio merupakan tingkatan takson yang menghimpun beberapa kelas yang memiliki persamaan ciri. Filum digunakan untuk menunjuk takson hewan, sedangkan divisio digunakan untuk menunjuk takson tumbuhan. Untuk tingkat divisio, ditentukan bahwa nama takson itu harus

menceminkan ciri khas seluruh warga divisio ditambah ahkiran phyta atau mycota
Contohnya: Spermatophyta (tumbuhan berbiji) Eumycota (jamur sebenarnya).

- g) Kingdom (kerajaan) atau regnum (dunia) Semua hewan dimasukkan dalam kingdom animalia, sedangkan semua tumbuhan dimasukkan dalam kingdom Plantae.

7. Sistem Tata Nama Makhluk Hidup

Sebenarnya nama-nama tumbuhan dan hewan telah diberikan sejak manusia mengenal makhluk tersebut. Mereka memberi nama dalam bahasa mereka sendiri, misalnya orang Cina memberi nama dengan bahasa Cina, orang Mesir dengan bahasa Mesir tanpa adanya suatu pedoman. Maka timbullah nama daerah, yaitu nama sehari-hari yang diberikan oleh suatu daerah kepada hewan atau tumbuhan. Nama ini dirasa tidak praktis karena tiap-tiap daerah mempunyai nama-nama sendiri untuk setiap jenis tumbuhan dan hewan sehingga orang dari daerah lain tidak akan mengenal jenis tumbuhan dan hewan suatu daerah jika disebutkan hanya namanya. Misalnya, babi hutan di Jawa Barat disebut bagong, sedangkan di Jawa Timur dan Jawa Tengah disebut celeng. Bagi orang dari Jawa Tengah bagong merupakan salah seorang tokoh pewayangan kelompok Semar. Jadi, jauh sekali pengertiannya dengan babi hutan. Dengan adanya hal-hal, seperti di atas maka perlu kiranya para ahli taksonomi untuk menciptakan suatu sistem tata nama yang mantap, praktis, dan dapat digunakan secara universal, selain itu untuk memudahkan dalam komunikasi maka dibuatlah suatu aturan dan bahasa yang dimengerti agar tidak menimbulkan kebingungan. Carolus Linnaeus pada tahun 1735 menciptakan suatu sistem tata nama. Bahasa yang digunakan adalah bahasa latin karena pada masa Carolus Linnaeus bahasa tersebut merupakan bahasa ilmiah yang universal. Carolus Linnaeus memberikan nama dengan dua kata yang dikenal

dengan istilah binomial nomenklatur. Ketentuan penamaan tersebut adalah sebagai berikut.

- a) Nama spesies terdiri atas dua kata yang dilatinkan. Misalnya, *Cyprinus carpio* (ikan mas), *Piper nigrum* (lada).
- b) Nama pertama menunjukkan genus, dan huruf pertama menggunakan huruf kapital, misalnya *Piper* dan *Cyprinus*.
- c) Nama kedua menunjukkan nama spesies atau penunjuk spesies, yang huruf awalnya ditulis dengan huruf kecil, misalnya *carpio* dan *nigrum*.
- d) Jika nama takson tingkat jenis untuk tumbuhan terdiri atas dua kata maka kata kedua dan berikutnya harus disatukan atau ditulis dengan tanda hubung. Contohnya: *Hibiscus rosa sinensis* harus ditulis *Hibiscus rosasinensis* atau *Hibiscus rosa-sinensis*.
- e) Nama takson tingkat jenis untuk tumbuhan tidak boleh merupakan suatu tautonim, yaitu nama yang terdiri atas dua kata yang persis sama atau kata yang hampir sama. Contohnya, *Hibiscus hibiscus* (dua kata yang sama) atau *Boldu boldus* (dua kata yang hampir sama). Untuk hewan masih dibenarkan adanya tautonim. Misalnya, *Gallus gallus* (ayam).
- f) Pada tumbuhan dalam pemberian nama takson tingkat jenis yang disusul dengan nama istilah takson anak jenis yang dimaksud diikuti oleh petunjuk takson di bawah tingkat jenis tadi. Contoh berikut ini menunjukkan nama suatu varietas rosella. *Hibiscus sabdariffa var. alba* (rosela varietas putih).
- g) Untuk nama pencipta atau orang yang pertama mempublikasikan nama ilmiah suatu organisme, nama pencipta dapat dicantumkan. Misalnya: *Cancer pagurus* Linnaeus, Nama genus adalah *Cancer*, nama penunjuk spesies adalah *pagurus*, Pengidentifikasian pertama kali dilakukan oleh Linnaeus maka nama ilmiahnya

dapat ditulis, seperti berikut. *Cancer pegurus Lin* atau *Cancer pegurus L.*

8 Monera

Monera, dalam beberapa sistem klasifikasi biologi, adalah sebuah kerajaan yang terdiri dari sebagian besar makhluk hidup dengan organisasi sel prokariotik. Untuk alasan tersebut, kerajaan ini juga telah disebut Prokaryotae. Organisme prokariot dibedakan dengan organisme eukariot karena tidak memiliki inti sejati yang terbungkus dalam membran. Pada sebagian besar organisme prokariot, DNA terkonsentrasi sebagai serat kusut dalam region nukleolid yang warnanya kurang padat dibandingkan sitoplasma sekitarnya. Kingdom monera terdiri dari bakteri, ganggang biru-hijau (cyanobacteria), dan archaebacteria. Pada organisme cyanobacteria, terdapat membran tilakoid yang sangat mirip dengan kloroplas, berfungsi melakukan proses fotosintesis.

Organisme archaebacteria dapat hidup pada habitat yang terlalu panas, terlalu dingin, terlalu asin, terlalu asam, atau terlalu basa bagi organisme eukariot apapun. Bentuk umum dari organisme prokariot yaitu kokus (bulat), basil (batang), dan heliks (spiral). Sebagian besar memiliki dinding sel untuk mempertahankan dinding sel, memberi perlindungan fisik, dan mencegah agar sel tidak pecah dalam lingkungan hipotonis. Dinding sel-nya bukan selulosa, melainkan peptidoglikan (Tetapi Archaea tidak memiliki peptidoglikan). Klasifikasi anggota prokariot (bakteri) yang ampuh dilakukan dengan pewarnaan gram, gram positif memiliki struktur dinding sel yang sederhana dengan jumlah peptidoglikan yang relatif banyak sedangkan gram negatif sebaliknya, dengan tambahan membran bagian luar yang mengandung lipopolisakarida.

Mekanisme pergerakan prokariot dilakukan oleh flagella (tersebar di seluruh permukaan tubuh, terpusat di salah satu atau kedua bagian tubuhnya). Mekanisme

lainnya yaitu menggunakan spirokaeta (ciri bakteri heliks). Mekanisme terakhir adalah dengan mensekresikan bahan kimia berlendir. Prokariot berkembang biak hanya dengan cara aseksual melalui pembelahan biner. Kemampuan bakteri dalam beradaptasi pada lingkungan yang tidak menguntungkan dilakukan dengan cara membentuk sel-sel yang resisten, disebut endospora (dalam keadaan yang tidak terlalu ekstrem dapat tetap dorman selama berabad-abad).

Berdasarkan cara memperoleh nutrisi, prokariot dikelompokkan ke dalam 4 kelompok, yaitu fotoautotrof (memperoleh energi cahaya dan mensintesis bahan organik dengan melakukan fotosintesis); kemoautotrof (memperoleh energi dengan mengoksidasi bahan anorganik); fotoheterotrof (memerlukan cahaya sebagai sumber energi, tetapi menggunakan karbon dalam bentuk organik); kemoheterotrof (mengkonsumsi bahan organik untuk memperoleh sumber energi dan karbon).

Prochlorococcus sp. tergolong ke dalam *Cyanobacteria*, memiliki kemampuan fotosintesis yang dilakukan oleh seluruh sel tanaman. Organisme ini berisi phycobiliproteins untuk menyerap energi matahari untuk fotosintesis, prochlorophytes mengandung klorofil b sebagai pigmen hasil penyerapan cahaya.

9. Protista

a) Pengertian Protista

Kingdom Protista adalah makhluk eukariotik paling sederhana, tetapi lebih kompleks dalam hal struktur, fungsi, tingkah laku, dan ekologi dibandingkan dengan archeobacteria dan eubacteria. Protista merupakan makhluk hidup bersel satu atau bersel banyak dan telah mempunyai membran inti.

b. Ciri Protista

1. Bersel eukariotik.
2. Bentuk tubuh organisme golongan protista amatlah beragam.

3. Respirasi secara aerobik.
4. Sebagian besar bersifat uniselular, beberapa membentuk koloni. Ada juga yang multiseluler, terdiri dari banyak sel. Protista multiseluler mempunyai tubuh yang sederhana tanpa jaringan terspesialisasi.
5. Ada yang bereproduksi secara aseksual dan ada juga yang seksual.
6. Sebagian protista hidup bebas, tetapi ada juga yang bersimbiosis dengan organisme lain.
7. Kebanyakan hidup di perairan, laut, atau perairan tawar.
8. Bergerak aktif seperti hewan dan berklorofil seperti tumbuhan, serta mempunyai siklus hidup dan reproduksi yang mirip dengan jamur.

c. Klasifikasi Protista

Berdasarkan caranya memperoleh makanan, protista dibagi menjadi tiga golongan berikut ini :

- Protista autotrof : Memiliki klorofil sehingga mampu berfotosintesis.

Contoh: alga, meliputi filum *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Pyrrhophyta*, dan *Phaeophyta*.

- Protista heterotrof : Memperoleh makanan dengan cara fagositosis.

Contoh: Protozoa, meliputi filum *Mastigophora*, *Sarcodina*, *Ciliophora*, dan *Sporozoa*

- Protista yang mencerna makanan di luar sel (ekstraseluler), dan kemudian menyerap hasilnya yang berupa sari-sari makanan. Contoh : Jamur lendir dan jamur air.

d. Berdasarkan ciri yang dimilikinya

organisme protista dikelompokkan menjadi :

- a) Protozoa (protista mirip hewan).

Uniseluler (kecuali *Paramecium*) dan tidak memiliki dinding sel, tubuh belum terdiferensiasi secara jelas, Bersifat fagositosis, soliter, atau koloni, ada yang memiliki semacam rangka, Dapat ditemukan pada air tawar, air laut, dalam tanah, hutan, sawah, aatau parasit pada organisme lain, Protozoa bergerak dengan flagel, Cara hidup heterotrof (saprofit atau parasit), Berkembangbiak dengan cara vegetatif dengan membelah diri dan generatif dengan konjugasi.

b) Alga (protista mirip tumbuhan).

Dalam sistem lima kingdom Alga tidak masuk dalam kingdom plantae. Alga masuk dalam kingdom protista karena memiliki ciri-ciri tubuh tersusun dari satu atau banyak sel, yang tidak berdiferensiasi menjadi jaringan khusus. Alga mikroskopis dapat dijumpai hampir di segala lingkungan yang terkena sinar matahari. Alga mikroskopis ini merupakan bagian dari fitoplankton yang berguna sebagai makanan penting bagi organisme lain.

Alga Termasuk organisme fotosintetik, Bersifat eukariotik karena sudah memiliki inti sel dengan membran inti yang menyelubunginya, Tubuh alga disebut sebagai thallus karena belum dapat dibedakan akar,batang, dan daun. Memiliki kloroplas,dijumpai di tempat lembab, air tawar, air laut, atau menempel pada pohon. Organisme ini dapat hidup sebagai Plankton (mengapung, terbawa arus) bentos (di dasar perairan) atau perifiton (menempel). Ada yang uniseluler bersifat soliter dan koloni, dan ada yang multiseluler berbentuk benang atau lembaran. Contoh : Euglena.

c.) Jamur (protista mirip jamur).

10. Fungi

Mikologi Berasal dari bahasa Yunani Mykes yang berarti Jamur dan Logos yang berarti Ilmu. Mikologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang

jamur. Dalam bahasa Inggris Jamur disebut Fungi / Fungus. Kajian dalam mikologi antara lain meliputi klasifikasi fungi, kerugian dan peranan jamur dan kehidupan manusia. Seiring perkembangan teknologi jamur banyak digunakan dalam bioteknologi, misalnya pembuatan tempe, pembuatan pesellin.

Dilihat dari struktur tubuhnya, jamur memiliki ciri-ciri yang berguna untuk mengenal apakah suatu organisme merupakan jamur atau bukan. Organisme yang termasuk jamur bisa terdiri atas satu sel maupun terdiri atas banyak sel. Jamur yang bersel tunggal (uniseluler), misalnya adalah ragi (*Saccharomyces cerevisiae*). Sedangkan jamur yang tubuhnya bersel banyak (multiseluler) bisa berupa jamur mikroskopis maupun jamur makroskopis. Jamur mikroskopis adalah jamur yang hanya bisa dilihat dengan mikroskop, karena memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil. Contoh jamur mikroskopis multiseluler adalah *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. Jamur multiseluler juga ada yang bersifat makroskopis, mudah diamati dengan mata telanjang, yang berukuran besar. Contoh jamur makroskopis adalah jamur merang (*Volvariella volvacea*) dan jamur kuping (*Auricularia polytricha*).

Jamur merupakan organisme eukariotik (eu: sejati dan kariyon: inti), yaitu organisme yang intinya memiliki selaput inti atau karioteka yang lengkap. Di dalam sel jamur terdapat sitoplasma dan nucleus yang kecil. Jamur memiliki bentuk tubuh bervariasi, ada yang bulat, bulat telur, maupun memanjang. Pada jamur bersel banyak (multiseluler) banyak terdapat deretan sel yang membentuk benang, disebut hifa. Pada jamur yang sifat hidupnya parasit, hifa mengalami modifikasi, disebut haustoria. Haustoria merupakan organ untuk menyerap makanan dari substrat tempat hidup jamur, dan organ ini memiliki kemampuan untuk menembus jaringan substrat.

Berdasarkan ada tidaknya sekat atau septa dikenal adanya hifa aseptat, hifa septat uninukleus, dan hifa septat multinukleus. Beberapa jenis jamur memiliki hifa yang tidak bersekat. Didalam hifa tersebut terdapat banyak intisel (multinukleus) yang menyebar didalam sito- plasmanya. Bentuk hifa yang demikian disebut soenositik. Hifa jamur bercabang-cabang membentuk miselium. Kita mengenal ada 2 macam miselium, yaitu miselium vegetatif (berfungsi sebagai alat penyerap makanan) dan miselium generatif (berfungsi sebagai alat reproduksi).

Cara hidup jamur bervariasi, ada yang hidup secara soliter dan ada yang hidup berkelompok (membentuk koloni). Pada umumnya jamur hidup secara berkelompok atau berkoloni, karena hifa dari jamur tersebut saling bersambungan atau berhubungan. Cara hidup ini dijumpai misalnya pada jamur tempe (*Rhizopus oryzae*), jamur roti (*Mucor mucedo*), dan *Aspergillus fl avus*. Jadi, kalau kalian melihat jamurjamur tersebut yang nampak adalah koloninya, sedangkan individu yang menyusunnya berukuran sangat kecil. Habitat jamur juga bermacam-macam. Berbagai jamur hidup di tempat-tempat yang basah, lembab, di sampah, pada sisa-sisa organisme, atau di dalam tubuh organisme lain. Bahkan banyak pula jenis-jenis jamur yang hidup pada organisme atau sisa-sisa organisme di laut atau air tawar. Jamur juga dapat hidup di lingkungan asam, misalnya pada buah yang asam, atau pada pada lingkungan dengan konsentrasi gula yang tinggi, misalnya pada selai. Bahkan, jamur yang hidup bersimbiosis dengan ganggang (lumut kerak), dapat hidup di habitat ekstrim dimana organisme lain sulit untuk bertahan hidup, seperti di daerah gurun, gunung salju, dan di kutub. Jenis jamur lainnya juga dijumpai hidup pada tubuh organisme lain, baik secara parasit maupun simbiosis.

Semua jenis jamur bersifat heterotrof. Namun, berbeda dengan organisme lainnya, jamur tidak memangsa dan mencernakan makanan. Untuk memperoleh makanan, jamur menyerap zat organik dari lingkungan melalui hifa dan miseliumnya, kemudian menyimpannya dalam bentuk glikogen. Oleh karena jamur merupakan konsumen maka jamur bergantung pada substrat yang menyediakan karbohidrat, protein, vitamin, dan senyawa kimia lainnya. Semua zat itu diperoleh dari lingkungannya. Sebagai makhluk heterotrof, jamur dapat bersifat parasit obligat, parasit fakultatif, atau saprofit. Cara hidup jamur lainnya adalah melakukan simbiosis mutualisme. Jamur yang hidup bersimbiosis, selain menyerap makanan dari organisme lain juga menghasilkan zat tertentu yang bermanfaat bagi simbiionnya. Simbiosis mutualisme jamur dengan tanaman dapat dilihat pada mikoriza, yaitu jamur yang hidup di akar tanaman kacang-kacangan atau pada liken.

Cara reproduksi jamur sangat bervariasi. Meskipun demikian, reproduksi jamur umumnya terjadi dalam 2 cara, yaitu secara seksual (perkembangbiakan generatif) dan secara aseksual (perkembangbiakan vegetatif).

Perkembangbiakan jamur secara generatif adalah perkembangbiakan yang diawali dengan peleburan gamet (sel-sel kelamin), yang didahului dengan penyatuan 2 hifa yang berbeda, yang disebut konjugasi. Berdasarkan gametnya, proses ini dapat dikelompokkan sebagai isogami, anisogami, oogami, gametangiogami, somatogami, dan spermatisasi.

Isogami yaitu peleburan 2 gamet yang sama bentuk dan ukurannya, bila gamet-gamet tersebut tidak sama ukurannya disebut anisogami. Apabila peleburan 2 gamet tersebut yang berbeda adalah bentuk dan ukurannya, maka disebut oogami. Pada oogami, ovum yang dihasilkan dalam oogonium dibuahi oleh

spermatozoid yang dibentuk dalam anteridium. Sedangkan yang disebut dengan gametangiogami adalah bila peleburan isi 2 gametangium yang berbeda jenisnya tersebut menghasilkan zigospora.

Pada somatogami, yang terjadi yaitu peleburan 2 sel hifa. Dua sel hifa yang tidak berdeferensiasi inti selnya berpasangan, kemudian terbentuk hifa diploid yang selanjutnya akan dibentuk askospora. Sedangkan spermatisasi yaitu peleburan antara spermatium (gamet jantan) dengan gametangium betina (hifa) yang kemudian berkembang membentuk hifa baru (diploid) dan menghasilkan askospora. Seperti halnya reproduksi seksual, reproduksi aseksual juga dapat terjadi melalui beberapa cara. Cara reproduksi yang paling sederhana adalah dengan pembentukan tunas (budding) yang biasa terjadi pada jamur uniseluler, misalnya ragi (*Saccharomyces cerevisiae*). Pada reproduksi dengan cara ini, jamur membentuk semacam sel berukuran kecil yang kemudian tumbuh menjadi sel ragi dengan ukuran sempurna yang akhirnya terlepas dari sel induknya menjadi individu baru. Selain dengan tunas, reproduksi aseksual juga dapat terjadi dengan fragmentasi dan spora aseksual. Fragmentasi adalah pemotongan bagian-bagian hifa dan setiap potongan tersebut dapat tumbuh menjadi hifa baru. Reproduksi jamur secara fragmentasi diawali dengan terjadinya pemisahan hifa dari sebuah miselium. Selanjutnya hifa tersebut akan tumbuh dengan sendirinya menjadi miselium baru. Pada kondisi tertentu, hifa akan terdegeneralisasi menjadi sporangia (penghasil spora aseksual).

Cara reproduksi aseksual yang lain adalah dengan spora yang disebut spora aseksual. Spora aseksual adalah spora yang dihasilkan dari pembelahan secara mitosis. Pembentukan spora aseksual pada jamur terjadi melalui spora yang dihasilkan oleh hifa tertentu. Spora tersebut merupakan sebuah sel reproduksi

yang dapat tumbuh langsung menjadi jamur. Hal ini mirip dengan perkecambahan biji pada tumbuhan tingkat tinggi.

Latihan Soal

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Virus begitu populer diperbincangkan setelah makhluk tersebut berhasil menghantui umat manusia dengan penyakit Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS) dan ebola. Sebagian para ahli, ada yang mengatakan makhluk ini merupakan makhluk tak hidup. Akan tetapi, sebagian ahli lain mengatakan makhluk ini sebagai makhluk hidup. Setelah Anda mampu memahami perbedaan makhluk hidup dengan makhluk tak hidup dengan berpatokan pada 5 ciri fisiologis yang dimiliki makhluk hidup, apa komentar Anda tentang status makhluk tersebut?
2. Walaupun tumbuhan dan hewan sama-sama makhluk hidup, tetapi ada beberapa perbedaan yang mendasar dalam ciri-cirinya. Coba Anda rinci, perbedaan apa saja yang membedakan antara keduanya?
3. Salah satu ciri dari makhluk hidup adalah berkembangbiak. Pada tumbuhan, cara memperbanyak diri ini dapat dilakukan dengan berbagai cara. Coba sebutkan 3 cara disertai dengan contoh tanamannya!

Daftar Pustaka

Darnell, J., H. Lodish & D. Baltimore. 1990. *Molecular Cell Biology*.
Second Edition. New York: Scientific American Books.

BAB VII

EKOLOGI DAN KOMPONEN EKOLOGI

1. Sejarah Ekologi

Dalam pandangan historis, ekologi tidak begitu jelas. Ini disebabkan karena perkembangannya yang berangsur-angsur. Catatan Hipocrates, Aristoteles, dan filosof lainnya, merupakan naskah kuno yang berisi rujukan tentang masalah-masalah ekologi, meskipun tidak menggunakan nama ekologi. Baru pada abad ke-16 dan 17 yang timbul dari natural history yang kemudian berkembang menjadi satu ilmu yang sistematis, analitis, dan obyektif mengenai hubungan organisme dan lingkungan yaitu ekologi. Nama tersebut baru dikemukakan oleh seorang ahli biologi Jerman yang bernama Ernst Haeckel (1834-1919) pada tahun 1860. (Simon E, 2013)

Sebelum itu, banyak orang besar dari kebangunan biologi abad ke-18 telah menyumbang kepada pokok persoalannya walaupun etiket “ekologi” tidak digunakan. Misalnya: Anton van Leeuwenhoek, yang lebih dikenal sebagai ahli mikroskop perintis dari awal tahun 1700 juga mempelopori pengkajian “rantai-rantai makanan” dan “pengaturan populasi”, dua bidang penting dalam ekologi mutakhir.

Sekitar tahun 1900, ekologi diakui sebagai suatu disiplin ilmu dan berkembang terus dengan cepat. Apalagi saat dunia sangat peka terhadap masalah lingkungan dalam mengadakan dan memelihara mutu manusia. Ekologi merupakan cabang ilmu yang mendasarinya dan selalu berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

2. Pengertian Ekologi

Ekologi berasal dari bahasa Yunani “Oikos” yang berarti rumah atau tempat hidup, dan “logos” yang berarti ilmu. Secara harfiah Ekologi adalah pengkajian

hubungan organisme-organisme atau kelompok organisme terhadap lingkungannya. Ekologi merupakan ilmu pengetahuan tentang hubungan antara organisme dan lingkungannya. Atau ilmu yang mempelajari pengaruh faktor lingkungan terhadap jasad hidup. Ada juga yang mengatakan bahwa ekologi adalah suatu ilmu yang mencoba mempelajari hubungan antara tumbuhan, binatang, dan manusia dengan lingkungannya di mana mereka hidup, bagaimana kehidupannya, dan mengapa berada di tempat tersebut. Ekologi merupakan salah satu cabang Biologi yang hanya mempelajari apa yang ada dan apa yang terjadi di alam dengan tidak melakukan percobaan. Tetapi biasanya ekologi didefinisikan sebagai pengkajian hubungan organisme-organisme atau kelompok-kelompok organisme terhadap lingkungannya, atau ilmu hubungan timbal-balik antara organisme-organisme hidup dan lingkungannya. Sebab ekologi memperhatikan terutama biologi “golongan-golongan” organisme dan dengan proses-proses fungsional di daratan dan air adalah lebih tetap berhubungan dengan upaya mutakhir untuk mendefinisikan ekologi sebagai pengkajian struktur dan fungsi alam, telah dipahami bahwa manusia merupakan bagian dari pada alam.

Menurut Odum (1971) ekologi mutakhir adalah suatu studi yang mempelajari struktur dan fungsi ekosistem atau alam di mana manusia adalah bagian dari alam. Struktur di sini menunjukkan suatu keadaan dari sistem ekologi pada waktu dan tempat tertentu termasuk kerapatan atau kepadatan, biomas, penyebaran potensi unsur-unsur hara (materi), energi, faktor-faktor fisik dan kimia lainnya yang mencirikan sistem tersebut. Sedangkan fungsinya menggambarkan sebab-akibat yang terjadi dalam sistem. Jadi pokok utama ekologi adalah mencari pengertian bagaimana fungsi organisme di alam. Jelaslah bahwa ekologi adalah ilmu yang mempelajari makhluk hidup dalam rumah tangganya atau ilmu yang mempelajari

seluruh pola hubungan timbal balik antara makhluk hidup sesamanya dan dengan komponen di sekitarnya. Dengan demikian seorang ahli ekologi juga menaruh minat kepada manusia, sebab manusia merupakan spesies lain (makhluk hidup) dalam kehidupan di biosfer (tempat hidup) secara keseluruhan. Selanjutnya dengan adanya gerakan kesadaran lingkungan di negara maju sejak tahun 1968 sedangkan di Indonesia sejak tahun 1972, di mana setiap orang mulai memikirkan masalah pencemaran, daerah-daerah alami, hutan, perkembangan penduduk, masalah makanan, penggunaan energi, kenaikan suhu bumi karena efek rumah kaca atau pemanasan global, ozon berlubang dan lainnya telah memberikan efek yang mendalam atas teori ekologi. Ekologi merupakan disiplin baru dari Biologi yang merupakan mata rantai fisik dan proses biologi serta bentuk-bentuk yang menjembatani antara ilmu alam dan ilmu sosial. (Simon E, 2013)

3. Hubungan Ekologi dengan Ilmu-ilmu lain

Ekologi mempunyai perkembangan yang berangsur-angsur. Dari perkembangan itu semakin terlihat bahwa ekologi mempunyai hubungan dengan hampir ilmu-ilmu lainnya. Guna memahami ruang lingkup dan sangkut-pautnya ekologi, persoalannya harus dipandang dalam hubungannya dengan ilmu-ilmu lain. Untuk mengerti hubungan antara organisme dan lingkungan, semua bidang ilmu yang menerangkan tentang komponen-komponen makhluk hidup dan lingkungan itu sangat diperlukan. Jika berbicara mengenai pencemaran hutan, perkembangan penduduk, masalah makanan, penggunaan energi, kenaikan suhu bumi karena efek dari rumah kaca atau pemanasan global, ozon berlubang dan lainnya, ini berarti juga harus berbicara mengenai ilmu kimia, fisika, pertanian, kehutanan, ilmu gizi, klimatologi, dan lainnya. Boleh dikatakan bahwa semakin hari semakin terasa hubungan ekologi dengan hampir semua bidang ilmu yang

ada. Semakin terasa bahwa semua orang harus memahami ekologi. Dalam ekologi, istilah populasi dinyatakan sebagai golongan individu-individu dari setiap spesies organisme. Sedangkan komunitas adalah semua populasi-populasi yang menduduki daerah tertentu. Komunitas dan lingkungan yang tidak hidup berfungsi bersama sebagai sistem ekologi atau ekosistem. Penting untuk diketahui bahwa tidak ada garis pemisah yang jelas ditunjukkan pada spektrum yang dimaksud. Interaksi dengan lingkungan fisik (energi dan mineral) pada setiap tingkat menghasilkan sistem- sistem fungsional yang khas. Di mana sistem tersebut mempunyai tujuan dan merupakan gabungan dari berbagai komponen yang secara teratur berinteraksi satu sama lain dan saling ketergantungan serta membentuk satu kesatuan secara keseluruhan. Agar mudah dimengerti hubungan organisme dan lingkungannya, semua bidang ilmu yang dapat menerangkan setiap makhluk hidup dan lingkungan sangat diperlukan. Penyebaran, adaptasi dan aspek-aspek fungsi organisme dan komunitas banyak dipelajari dalam ekologi dan erat hubungannya dengan ilmu-ilmu biologi lainnya seperti taksonomi, morfologi, fisiologi, genetika. Sedangkan klimatologi, ilmu tanah, geologi, dan fisika memberikan informasi mengenai keadaan lingkungan. Jadi pengetahuan dan biologi sangat diperlukan bagi seorang ahli ekologi untuk dapat mengungkapkan hubungan antara lingkungan dan dunia kehidupan. (Simon E, 2013)

4. Ekologi dalam perspektif islam

Islam adalah agama yang sangat memperdulikan kelestarian lingkungan. Di dalam Al Quran banyak ditemukan ayat-ayat yang berkaitan dengan deskripsi penciptaan alam, aktivitas alamiah alam dan perintah untuk mengambil pelajaran darinya serta untuk menjaga keberlangsungannya. Allah memberikan keleluasaan kepada manusia untuk menentukan cara memanfaatkan alam. Kebebasan ini namun

demikian bukan berarti Allah melalaikan pengawasan terhadap segala aktivitas ekologis manusia. Allah bermaksud untuk memberikan kesempatan manusia untuk menjadi yang terpilih menjadi ahli kebahagiaan di dunia dan di akhirat. Posisi manusia sebagai pemimpin di muka bumi merupakan ujian untuk menentukan posisinya kelak di hadapan Allah SWT. (Anwar Mufid,2010).

Namun kenyataannya sekarang kerusakan alam telah banyak terjadi, data kerusakan alam menjadi bukti bahwa manusia cenderung untuk serakah. Dengan semua kerusakan itu berarti manusia telah gagal menjalankan tugasnya sebagai pemimpin dunia. Kerusakan yang disebabkan oleh ulah manusia itu akan berdampak negatif pada manusia itu sendiri. Pemanasan global yang melahirkan banyak bencana seperti iklim tidak menentu, gagal panen, kekeringan, banjir, longsor dan kebakaran hutan adalah konsekuensi yang harus ditanggung oleh manusia sendiri. Dan Allah SWT menjelaskannya di dalam Al Qur'an:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ - ٤١

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (QS. Ar-rum : 41)

قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ
كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ - ٤٢

Artinya: “Katakanlah (Muhammad), “Bepergianlah di bumi lalu lihatlah bagaimana kesudahan orang-orang dahulu. Kebanyakan dari mereka adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah).” (QS. Ar-rum:42)

Sebagai teladan umat, Rasulullah SAW pun melarang dengan tegas umatnya melakukan aktivitas-aktivitas yang merusak lingkungan. Rasulullah SAW bersabda. *“Setiap orang yang membunuh burung pipit atau binatang yang lebih besar dari burung pipit tanpa ada kepentingan yang jelas, dia akan dimintai pertanggungjawabannya oleh Allah.”* Ditanyakan kepada Nabi: *“Wahai Rasulullah, apa kepentingan itu?”* Rasulullah menjawab: *“Apabila burung itu disembelih untuk dimakan, dan tidak memotong kepalanya kemudian dilempar begitu saja.”*

Islam adalah agama yang sempurna. Ia mengatur segala aktivitas manusia dalam hubungannya dengan sesama, dengan Tuhan dan dengan alam. Dengan segala kelebihan yang dimiliki dibandingkan dengan makhluk-mahluk lain, manusia layak memimpin dunia. Manusia adalah alam, dan alam adalah manusia itu sendiri. Alam adalah bukan objek pelampiasan nafsu materialistis manusia, namun dia adalah partner.

5. Pembagian Ekologi

Ekologi dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

- a Autekologi: membahas pengkajian individu organisme atau spesies. Sejarah-sejarah hidup dan perilaku sebagai cara-cara penyesuaian diri terhadap lingkungan

biasanya mendapatkan penekanan. Pembahasan meliputi aspek siklus hidup, adaptasi, sifat parasitik, non-parasitik, dan lain-lain.

- b. Sinekologi: membahas pengkajian golongan atau kumpulan organisme- organisme yang berasosiasi bersama sebagai satu kesatuan yang saling berinteraksi dalam suatu daerah tertentu. Bila diadakan suatu studi mengenai hubungan suatu jenis pohon terhadap lingkungan, pengkajian itu akan bersifat autekologi. Apabila studi itu memperhatikan atau mengenai hutan di mana jenis pohon itu tumbuh, pendekatannya bersifat sinekologi.

6. Ruang Lingkup Ekologi

Ruang lingkup ekologi meliputi populasi, komunitas, ekosistem, hingga biosfer.

a. Populasi

Populasi adalah kelompok individu-individu yang memiliki kesamaan genetik, dan berada bersama-sama dalam tempat dan waktu yang sama. Secara umum, apabila kita bicara populasi, maka yang kita maksudkan adalah anggota-anggota dari spesies yang sama, yang satu sama lain berdekatan. Antara populasi yang satu dengan populasi lain selalu terjadi interaksi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam komunitasnya.

b. Komunitas

Komunitas adalah kelompok populasi yang berada bersama-sama dalam tempat dan waktu tertentu. Tingkatannya tergantung pada skala yang kita tetapkan. Kita dapat menggunakan komunitas untuk menunjukkan semua benda yang hidup di dalam suatu ekosistem, atau kita dapat membatasi perhatian kita hanya pada komunitas burung, atau komunitas tanaman dan sebagainya. Cara yang paling baik untuk menamakan komunitas itu adalah dengan mengambil beberapa sifat yang jelas dan mantap, baik hidup maupun tidak.

Ringkasannya pemberian nama komunitas dapat berdasarkan :

- a. Bentuk atau struktur utama seperti jenis dominan, bentuk hidup atau indikator lainnya seperti hutan pinus, hutan agathis, hutan jati, atau hutan Dipterocarpaceae, dapat juga berdasarkan sifat tumbuhan dominan seperti hutan sklerofil
- b. Berdasarkan habitat fisik dari komunitas, seperti komunitas hamparan lumpur, komunitas pantai pasir, komunitas lautan, dll
- c. Berdasarkan sifat-sifat atau tanda-tanda fungsional misalnya tipe metabolisme komunitas. Berdasarkan sifat lingkungan alam seperti iklim, misalnya terdapat di daerah tropik dengan curah hujan yang terbagi rata sepanjang tahun, maka disebut hutan hujan tropik. (Simon E, 2013)

Macam-macam Komunitas. Di alam terdapat bermacam-macam komunitas yang secara garis besar dapat dibagi dalam dua bagian yaitu (1) Komunitas akuatik, komunitas ini misalnya yang terdapat di laut, di danau, di sungai, di parit atau di kolam, (2) Komunitas terestrial, yaitu kelompok organisme yang terdapat di pekarangan, di hutan, di padang.

7. Ekosistem

Ekosistem adalah hubungan timbal balik antara unsur-unsur hayati dengan nonhayati yang membentuk sistem ekologi atau tingkatan organisasi kehidupan yang mencakup organisme dan lingkungan tak hidup, dimana kedua komponen tersebut saling mempengaruhi dan berinteraksi. Pada ekosistem, setiap organisme mempunyai suatu peranan, ada yang berperan sebagai produsen, konsumen ataupun dekomposer. Ekosistem merupakan suatu interaksi yang kompleks dan memiliki penyusun yang beragam.

- a. Komponen autotrof
autotrof berasal dari kata Auto yang berarti sendiri, dan trophikos yang

berarti “menyediakan makan” pengertian dari Autotrof adalah organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi seperti matahari dan kimia. Komponen autotrof berfungsi sebagai produsen, contohnya tumbuhan hijau.

b. Komponen heterotrof

Heterotrof berasal dari kata “Heteros” yang berarti berbeda, dan trophikos yang berarti makanan). Pengertian dari Heterotrof merupakan organisme yang memanfaatkan bahan-bahan organik sebagai makanannya dan bahan tersebut disediakan oleh organisme lain. Yang tergolong heterotrof adalah manusia, hewan, jamur, dan mikroba.

c. Bahan tak hidup (abiotik)

Bahan tak hidup yaitu komponen fisik dan kimia yang terdiri dari tanah, air, udara, sinar matahari. Bahan tak hidup merupakan medium atau substrat tempat berlangsungnya kehidupan, atau lingkungan tempat hidup.

d. Pengurai (dekomposer)

Pengertian dari Pengurai adalah organisme heterotrof yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme mati (bahan organik kompleks). Organisme pengurai menyerap sebagian hasil penguraian tersebut dan melepaskan bahan-bahan yang sederhana yang dapat digunakan kembali oleh produsen. Termasuk pengurai ini adalah bakteri dan jamur. (Simon E, 2013)

8. Macam-macam Ekosistem

Secara garis besar ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air Laut.

a. Ekosistem darat

Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma, yaitu sebagai berikut:

1) Bioma gurun

Beberapa Bioma gurun terdapat di daerah tropika (sepanjang garis balik) yang berbatasan dengan padang rumput. Ciri-ciri bioma gurun adalah gersang dan curah hujan rendah (25 cm/tahun). Suhu siang hari tinggi (bisa mencapai 45°C) sehingga penguapan juga tinggi, sedangkan malam hari suhu sangat rendah (bisa mencapai 0°C). Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat besar. Tumbuhan semusim yang terdapat di gurun berukuran kecil. Selain itu, di gurun dijumpai pula tumbuhan menahun berdaun seperti duri contohnya kaktus, atau tak berdaun dan memiliki akar panjang serta mempunyai jaringan untuk menyimpan air. Hewan yang hidup di gurun antara lain rodentia, ular, kadal, katak, dan kalajengking.

2) Bioma padang rumput

Bioma ini terdapat di daerah yang terbentang dari daerah tropik ke subtropik. Ciri-cirinya adalah curah hujan kurang lebih 25-30 cm per tahun dan hujan turun tidak teratur. Porositas (peresapan air) tinggi dan drainase (aliran air) cepat. Tumbuhan yang ada terdiri atas tumbuhan terna (herbs) dan rumput yang keduanya tergantung pada kelembapan. Hewannya antara lain: bison, zebra, singa, anjing liar, serigala, gajah, jerapah, kangguru, serangga, tikus dan ular.

3) Bioma Hutan Basah

Bioma Hutan Basah terdapat di daerah tropika dan subtropik. Ciri-cirinya adalah, curah hujan 200-225 cm per tahun. Species pepohonan

relatif banyak, jenisnya berbeda antara satu dengan yang lainnya tergantung letak geografisnya. Tinggi pohon utama antara 20-40 m, cabang-cabang pohon tinggi dan berdaun lebat hingga membentuk tudung (kanopi). Dalam hutan basah terjadi perubahan iklim mikro (iklim yang langsung terdapat di sekitar organisme). Daerah tudung cukup mendapat sinar matahari. Variasi suhu dan kelembapan tinggi/besar; suhu sepanjang hari sekitar 25°C. Dalam hutan basah tropika sering terdapat tumbuhan khas, yaitu liana (rotan), kaktus, dan anggrek sebagai epifit. Hewannya antara lain, kerbau, burung, badak, babi hutan, harimau, dan burung hantu.

4) Bioma hutan gugur

Bioma hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang, Ciri-cirinya adalah curah hujan merata sepanjang tahun. Terdapat di daerah yang mengalami empat musim (dingin, semi, panas, dan gugur). Jenis pohon sedikit (10 s/d 20) dan tidak terlalu rapat. Hewannya antara lain rusa, beruang, rubah, bajing, burung pelatuk, dan rakoon (sebangsa luwak).

5) Bioma taiga

Bioma taiga terdapat di belahan bumi sebelah utara dan di pegunungan daerah tropik. Ciri-cirinya adalah suhu di musim dingin rendah. Biasanya taiga merupakan hutan yang tersusun atas satu spesies seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Semak dan tumbuhan basah sedikit sekali. Hewannya antara lain moose, beruang hitam, ajag, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur.

6) Bioma tundra

Bioma tundra terdapat di belahan bumi sebelah utara di dalam lingkaran

kutub utara dan terdapat di puncak-puncak gunung tinggi. Pertumbuhan tanaman di daerah ini hanya 60 hari. Contoh tumbuhan yang dominan adalah Sphagnum, liken, tumbuhan biji semusim, tumbuhan kayu yang pendek, dan rumput. Pada umumnya, tumbuhannya mampu beradaptasi dengan keadaan yang dingin. Hewan yang hidup di daerah ini ada yang menetap dan ada yang datang pada musim panas, semuanya berdarah panas. Hewan yang menetap memiliki rambut atau bulu yang tebal, contohnya muscox, rusa kutub, beruang kutub, dan insekta terutama nyamuk dan lalat hitam.

b. Ekosistem Air Tawar

Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar. Organisme yang hidup di air tawar pada umumnya telah beradaptasi. Adaptasi organisme air tawar adalah sebagai berikut:

1) Adaptasi tumbuhan

Tumbuhan yang hidup di air tawar biasanya bersel satu dan dinding selnya kuat seperti beberapa alga biru dan alga hijau. Air masuk ke dalam sel hingga maksimum dan akan berhenti sendiri. Tumbuhan tingkat tinggi, seperti teratai (*Nymphaea gigantea*), mempunyai akar jangkar (akar sulur). Hewan dan tumbuhan rendah yang hidup di habitat air, tekanan osmosisnya sama dengan tekanan osmosis lingkungan atau isotonis.

2) Adaptasi hewan

Ekosistem air tawar dihuni oleh nekton. Nekton merupakan hewan yang bergerak aktif dengan menggunakan otot yang kuat. Hewan tingkat

tinggi yang hidup di ekosistem air tawar, misalnya ikan, dalam mengatasi perbedaan tekanan osmosis melakukan osmoregulasi untuk memelihara keseimbangan air dalam tubuhnya melalui sistem ekskresi, insang, dan pencernaan. Habitat air tawar merupakan perantara habitat laut dan habitat darat. Penggolongan organisme dalam air dapat berdasarkan aliran energi dan kebiasaan hidup.

c. Ekosistem air laut

Ekosistem air laut dibedakan atas lautan, pantai, estuari, dan terumbu karang. Habitat laut (oseanik) ditandai oleh salinitas (kadar garam) yang tinggi dengan ion Cl^- mencapai 55% terutama di daerah laut tropik, karena suhunya tinggi dan penguapan besar. Di daerah tropik, suhu laut sekitar $25^{\circ}C$. Perbedaan suhu bagian atas dan bawah tinggi. Batas antara lapisan air yang panas di bagian atas dengan air yang dingin di bagian bawah disebut daerah termoklin. Di daerah dingin, suhu air laut merata sehingga air dapat bercampur, maka daerah permukaan laut tetap subur dan banyak plankton serta ikan. Gerakan air dari pantai ke tengah menyebabkan air bagian atas turun ke bawah dan sebaliknya, sehingga memungkinkan terbentuknya rantai makanan yang berlangsung baik. Habitat laut dapat dibedakan berdasarkan kedalamannya dan wilayah permukaannya secara horizontal.

9. Biosfer

Biosfer adalah ekosistem global--jumlah seluruh ekosistem planet, atau seluruh makhluk hidup dan tempatnya hidup. Biosfer merupakan tingkatan yang paling kompleks dalam ekologi. Biosfer meliputi atmosfer hingga ketinggian beberapa kilometer, daratan sampai ke dan termasuk bebatuan yang mengandung air yang berada paling tidak 1500 meter di bawah tanah,

danau dan aliran sungai, gua, dan lautan hingga kedalaman beberapa kilometer.

10. Aplikasi Ekologi

Manusia sebagai satu bagian dari alam merupakan bagian utama dari lingkungan yang kompleks. Kegiatan-kegiatan seperti perkembangan penduduk, industri pembangunan jalan-jalan dan hutan, pemakaian insektisida, penggunaan unsur-unsur radio aktif, pembuatan bandara, perumahan, dan sebagainya merupakan contoh yang dapat mempercepat proses perubahan lingkungan dari bumi ini. Manusia dengan kelebihanannya yang mempunyai akal dan pikiran dalam kemajuan teknologi ini merasa makhluk yang paling berkuasa di alam ini. Penemuan-penemuan yang pada mulanya bertujuan untuk kesejahteraan manusia dapat menjadi bomerang terhadap hidupnya bila prinsip-prinsip ekologi diabaikan. Untuk hidup dan hidup berkelanjutan bagi manusia harus belajar memahami lingkungannya dan pandai mengatur sumber-sumber daya alam dengan cara-cara yang dapat dipertanggungjawabkan demi pengamanan dan kelestarian. Seorang ahli ekologi harus dapat melihat jauh ke depan, dalam jangka panjang yang lebih bersifat pengamanan dan pemeliharaan untuk dapat hidup dengan baik dengan tingkat kesejahteraan yang lebih tinggi.

Latihan Soal

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Jelaskan bagaimana hubungan timbal balik tumbuhan dengan lingkungannya berlangsung!
2. Apakah yang dimaksud dengan tumbuhan, vegetasi, flora, spesies, populasi, dan komunitas tumbuhan?
3. Apakah yang dimaksud dengan pengertian sinekologi dan autekologi?
4. Sebutkan faktor-faktor lingkungan yang sangat memengaruhi iklim? Jelaskan!
5. Faktor iklim sangat berperan dalam penyebaran tumbuhan di bumi. Jelaskan!
6. Kaidah-kaidah ekologi tumbuhan melalui pendekatan matematik atau statistik dapat dijelaskan! Berikan penjelasan tentang hal tersebut!

Daftar Pustaka

Anwar Mufid, Sofyan, Islam dan Ekologi Manusia, (Bandung: Nuansa, 2010).

Simon E, Jane R, Jean D. 2013. Essential Biology with Physiology Fourth Edition.

United States of America: Pearson Education, Inc.

BAB VIII

ETOLOGI

1. Pengertian Etologi

Setiap makhluk hidup akan melakukan interaksi dengan lingkungannya sejak pertama kali mereka dilahirkan. Untuk tetap eksis setiap makhluk hidup harus mampu melakukan adaptasi, baik pada tingkatan populasi maupun komunitas pada suatu biosfer. Tingkah laku adalah mengikutsertakan lebih dari satu reaksi sel (kecuali jika individu itu terdiri dari satu sel), lebih dari satu organ, bahkan lebih dari sistem organ. Tingkah laku mencakup seluruh individu dan ditujukan terhadap lingkungan. (Raven, P dan Johnson, G. 2001)

2. Perilaku Mahkluk Hidup

Konsep perilaku makhluk hidup untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Kelangsungan hidup organisme dipengaruhi oleh :

a) Adaptasi

Adaptasi ada 3, yaitu :

1. Morfologi, ex : bentuk paruh burung bermacam-macam sesuai dengan jenis makanannya
2. Fisiologi, ex : manusia yg biasa hidup di dataran tinggi cenderung mempunyai eritrosit lebih banyak dari pada manusia yg biasa hidup di dataran rendah
3. Tingkah laku, ex : ular menjulurkan mulut untuk mengenali mangsanya.

b) Seleksi alam

c) Kemampuan berkembangbiak

3. Adaptasi Tingkah Laku

Adaptasi tingkah laku adalah penyesuaian organisme terhadap lingkungan dalam bentuk tingkah laku. Adaptasi tingkah laku mudah kita tebak karena adaptasi ini

bertujuan untuk menghindarkan diri dari kematian. Kematian dari serangan predator , kematian dari perubahan iklim ataupun perubahan dari proses fisiologis. (Rakhmawati, 2014).

Contoh Adaptasi Tingkah Laku pada Hewan :

a. Mimikri

Bunglon melakukan mimikri, yaitu mengubah-ubah warna kulitnya sesuai dengan warna lingkungan/tempat hinggapnya. Dengan mengubah warna kulitnya sesuai dengan lingkungannya, bunglon terlindung dari pemangsanya sekaligus tersamar dari hewan yang akan dimangsanya. Jika berada di dedaunan, warna kulit bunglon menjadi hijau. Sebaliknya, apabila berada di tanah, warna kulit bunglon menjadi seperti tanah (kecokelatan). Dengan demikian, bunglon dapat terhindar dari bahaya dan sekaligus lebih mudah menangkap mangsanya.

b. Kamufalse Cumi / Kantung Tinta

Cumi-cumi dan gurita memiliki kantong tinta yang berisi cairan hitam. Bila musuh datang, tinta disemprotkan ke dalam air sekitarnya sehingga musuh tidak dapat melihat kedudukan cumi-cumi dan gurita. Cumi-cumi mengeluarkan tinta/cairan hitam ketika ada bahaya yang mengancamnya. Cumi-cumi juga mampu mengubah-ubah warna kulitnya sesuai Dengan Warna Lingkungannya.

c. Kelenjar Bau

Pada Walang sangit , Musang , dan hewan hewan yang mengeluarkan bau. Musang dapat mensekresikan bau busuk dengan cara menyemprotkan cairan melalui sisi lubang dubur. Sekret tersebut berfungsi untuk menghindarkan diri dari musuhnya.

d. Racun (Bisa)

Kalajengking melindungi dirinya dari musuh dengan menggunakan sengatnya.

Sengatnya ini mengandung racun yang dapat membunuh musuhnya. Selain kelajengking, hewan lain yang menggunakan zat racun untuk melindungi dirinya dari serangan musuh adalah, kelabang, lebah, ular, dll

e. Pura Pura Mati

Beberapa hewan berpura-pura tidur atau mati, misalnya tupai Virginia. Hewan ini sering berbaring tidak berdaya dengan mata tertutup bila didekati seekor anjing.

f. Autotomi Cicak

Dalam keadaan bahaya, cecak melakukan autotomi, yaitu memutuskan ekornya. Ekor cicak yang terputus tetap dapat bergerak sehingga perhatian pemangsanya beralih pada ekor tersebut dan cicak dapat menyelamatkan diri.

Rasulullah SAW pun telah bersabda berkenaan dengan kuda : “Kuda itu ada tiga macam. Kuda bagi seseorang menjadi pahala, kuda bagi seseorang menjadi pelindung dan kuda bagi seseorang menjadi dosa. Adapun kuda yang mendatangkan pahala adalah kuda seseorang yang dipangkal untuk fisabilillah, ia banyak berdiam di padang rumput atau di taman. Maka apa saja yang dimakan oleh kuda itu selama dipangkal di padang rumput atau di taman itu, maka pemiliknya mendapat pahala-pahala kebajikan. Dan sekiranya ia meninggalkannya lalu mendaki satu atau dua tempat tinggi, maka jejak dan kotorannya menjadi pahala-pahala kebajikan baginya. Maka dari itu kuda seperti itu menjadi pahala bagi pemiliknya. Kuda yang diikat oleh seseorang karena ingin menjaga kehormatan diri (tidak minta-minta) dan ia tidak lupa akan hak Allah Subhanahu wa Ta’ala pada leher ataupun punggung kuda itu, maka kuda itu menjadi pelindung baginya. Dan kuda yang diikat (dipangkal) oleh seseorang karena kebanggaan, riya dan memusuhi orang-orang Islam,

maka kuda itu mendatangkan dosa baginya” [HR Al-Bukhari : 2371]

4. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian yang dipengaruhi oleh lingkungan sekitar yang menyebabkan adanya penyesuaian pada organ atau alat-alat tubuh untuk mempertahankan hidup dengan baik. Adaptasi fisiologi ini penekanannya menyangkut fungsi alat-alat tubuh yang umumnya terletak di bagian dalam tubuh mengalami perubahan sehingga tetap bertahan hidup. Contoh adaptasi fisiologis adalah seperti pada binatang / hewan onta yang punya kantung air di punuknya untuk menyimpan air agar tahan tidak minum di padang pasir dalam jangka waktu yang lama Anjing laut yang memiliki lapisan lemak yang tebal untuk bertahan di daerah dingin dengan menahan panas tubuh tetap tertahan. Adaptasi ini bisa juga berupa berlaku pada enzim yang dihasilkan suatu organisme karena makanannya. Contoh: dihasilkannya enzim selulase oleh hewan memamah biak pada bagian rumennya yang dihasilkan oleh bakteri rumen yang ada di dalam rumennya yang diajak kerja sama dengannya Kucing, apabila hewan ini berteduh kadar metabolisme badan kucing tersebut akan direndahkan supaya kadar kehilangan air didalam badan berkurang. (Raven, P dan Johnson, G. 2001)

5. Adaptasi Morfologi

Banyak makhluk hidup yang menyesuaikan diri terhadap lingkungan dengan cara menyesuaikan bentuk tubuhnya terhadap lingkungan. Penyesuaian inilah yang kemudian dikenal dengan istilah Adaptasi Morfologi. Adaptasi morfologi adalah penyesuaian bentuk tubuh. Struktur tubuh. atau alat-alat tubuh organisme terhadap lingkungannya., Dilakukan oleh makhluk hidup karena perubahan yang terjadi merupakan perubahan bentuk luar.

1. Bentuk Gigi secara khusus

Gigi hewan karnivora atau pemakan daging beradaptasi menjadi empat gigi taring besar dan runcing untuk menangkap mangsa, serta gigi geraham dengan ujung pemotong yang tajam untuk mencabik-cabik mangsanya.

2. Bentuk Moncong

Trenggiling besar adalah hewan menyusui yang hidup di hutan rimba Amerika Tengah dan Selatan. Makanan trenggiling adalah semut, rayap, dan serangga lain yang merayap. Hewan ini mempunyai moncong panjang dengan ujung mulut kecil tak bergigi dengan lubang berbentuk celah kecil untuk mengisap semut dari sarangnya. Hewan ini mempunyai lidah panjang dan bergetah yang dapat dijulurkan jauh keluar mulut untuk menangkap serangga.

3. Bentuk Paruh

Elang memiliki paruh yang kuat dengan rahang atas yang melengkung dan ujungnya tajam. Fungsi paruh untuk mencengkeram korbannya. Burung gelatik paruhnya sesuai untuk makan biji-bijian. Burung kolibri, paruhnya sesuai untuk mengisap madu dari bunga. Burung pelikan, paruhnya sesuai untuk menangkap ikan.

Latihan Soal

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Dapatkah Anda menjelaskan mengapa keadaan tubuh Anda dan saudara-saudara Anda tidak sama persis?

2. Makhluk hidup yang ada sekarang tentunya sudah adaptif dengan lingkungan yang ada. Apakah makhluk hidup yang ada sekarang masih akan tetap beradaptasi?
3. Apakah kita, manusia juga beradaptasi dengan lingkungan?
4. Apakah manfaat melestarikan tumbuhan yang liar dan sepintas kurang banyak manfaatnya!

Daftar Pustaka

- Rakhmawati, A. 2014. Materi kuliah biologi umum perilaku makhluk hidup. Jurnal Pendidikan Biologi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Raven, P dan Johnson, G. 2001. Biology Sixth Edition. Washington:Mcgraw-Hill College

BAB IX

HEREDITAS

1. Pengertian Hereditas

Hereditas adalah penurunan sifat dari induk kepada keturunannya. Dimana keturunan yang dihasilkan dari perkawinan antar individu mempunyai perbandingan fenotip maupun genotip yang mengikuti aturan tertentu. Pada kejadian sehari-hari dapat dijumpai seorang anak kerap memiliki sifat seperti orang tuanya, baik rupa maupun tingkah lakunya. Sebaliknya, sering pula tampak seorang anak memiliki sifat menyimpang dari ibu dan ayahnya. Keadaan tersebut berhubungan erat dengan genetika manusia. Aturan-aturan dalam pewarisan sifat ini disebut pola-pola hereditas. (Suryo. 1990)

2. Istilah-istilah dalam Hereditas

a) Sel Haploid dan Diploid

Yaitu sel yang memiliki kromosom dalam keadaan berpasangan atau sel yang memiliki dua set atau dua perangkat kromosom. Misalnya sel tubuh manusia memiliki 46 buah kromosom yang selalu dalam keadaan berpasangan sehingga disebut diploid ($2n$) (di berarti dua, ploid berarti set/ perangkat). Sedangkan sel kelamin manusia memiliki kromosom tidak berpasangan. Hal ini terjadi karena pada saat pembentukan sel kelamin, sel induk yang bersifat diploid membelah secara meiosis, sehingga sel kelamin anaknya hanya mewarisi setengah dari kromosom induknya. Maka dalam sel kelamin (gamet) manusia terdapat 23 kromosom yang tidak berpasangan atau hanya memiliki seperangkat atau satu set kromosom saja, disebut haploid (n).

b) Genotip

Genotipe adalah susunan gen yang menentukan sifat dasar suatu makhluk hidup dan bersifat tetap. Dalam genetika genotip ditulis dengan menggunakan simbol huruf dari huruf paling depan dari sifat yang dimiliki oleh individu. Setiap karakter sifat yang dimiliki oleh suatu individu dikendalikan oleh sepasang gen yang membentuk alel. Sehingga dalam genetika simbol genotip ditulis dengan dua huruf. Jika sifat tersebut dominan, maka penulisannya menggunakan huruf kapital dan jika sifatnya resesif ditulis dengan huruf kecil. Genotip yang memiliki pasangan alel sama, misalnya BB atau bb, merupakan pasangan alel yang homozigot. Individu dengan genotip BB disebut homozigot dominan, sedangkan individu dengan genotip bb disebut homozigot resesif. Untuk genotip yang memiliki pasangan alel berbeda misalnya Bb, merupakan pasangan alel yang heterozigot.

c) Fenotip

Fenotip adalah sifat yang tampak pada suatu individu dan dapat diamati dengan panca indra, misalnya warna bunga merah, rambut keriting, tubuh besar, buah rasa manis, dan sebagainya. Fenotip merupakan perpaduan dari genotip dan faktor lingkungan. Sehingga suatu individu dengan fenotip sama belum tentu mempunyai genotip sama.

d) Sifat dominan

Gen dikatakan dominan apabila gen tersebut bersama dengan gen lain (gen pasangannya), akan menutup peran/sifat gen pasangannya tersebut. Dalam persilangan gen, dominan ditulis dengan huruf besar.

e) Sifat Resesif

Gen dikatakan resesif apabila berpasangan dengan gen lain yang dominan ia akan

tertutup sifatnya (tidak muncul) tetapi jika ia bersama gen resesif lainnya (alelanya) sifatnya akan muncul. Dalam genetika gen resesif ditulis dengan huruf kecil.

f) Intermediet

Intermediet adalah sifat suatu individu yang merupakan gabungan dari sifat kedua induknya. Hal ini dapat terjadi karena sifat kedua induk yang muncul sama kuat (kodominan). Misalnya bunga warna merah disilangkan dengan bunga warna putih, menghasilkan keturunan berwarna merah muda.

g) Hibrid

Hibrid adalah hasil perkawinan antara dua individu yang memiliki sifat beda. Bila individu tersebut memiliki satu sifat beda disebut monohibrid, dua sifat beda disebut dihibrid, tiga sifat beda trihibrid, dan sebagainya.

h) Homozigot

Adalah pasangan gen yang sama. Homozigot dibedakan menjadi dua, yaitu homozigot dominan (Misal AA) dan homozigot resesif (Misal aa).

i) Heterozigot

Adalah pasangan gen yang berlainan. Contoh Aa dan Mm.

j) Alel

Adalah gen yang merupakan pasangan dari bentuk alternatif terhadap sesamanya dan terletak pada lokus yang bersesuaian pada kromosom homolog. Contoh : Bb, B adalah alel dari b, dan b adalah alel dari B.

k) Parental

Adalah individu yang merupakan induk, biasanya diberi notasi P.

l) Filial

Adalah keturunan yang dihasilkan dari persilangan dua induk dan biasanya diberi notasi F.

3. Hukum Mendel

Dalam mempelajari genetika, teori mendel sangat penting bahkan dijadikan dasar dalam memahami genetika dan digunakan untuk analisis atas pola-pola pewarisan genetik. Hukum Mendel adalah hukum yang menerapkan bagaimana pola dan mekanisme pewarisan sifat. Hukum Mendel terdiri dari Hukum Mendel I dan Hukum Mendel II. Orang yang pertama mempelajari dan melakukan percobaan tentang pewarisan sifat adalah Gregor Johann Mendel (1822-1884). Mendel melakukan percobaan pada tanaman kacang ercis (*Pisum sativum*) sekitar tahun 1857. Mendel memilih tanaman ercis untuk percobaannya sebab tanaman ercis masa hidupnya tidak lama hanya berkisar setahun, mudah tumbuh, memiliki bunga sempurna sehingga dapat terjadi penyerbukan sendiri yang akan menghasilkan galur murni (keturunan yang selalu memiliki sifat yang sama dengan induknya), dan mampu menghasilkan banyak keturunan.

Berdasarkan analisis hasil percobaannya, Mendel mengemukakan hukum-hukum pewarisan sifat. Hukum-hukum itu adalah Hukum Mendel I (Segregasi bebas) dan Hukum Mendel II (Asortasi Bebas).

1) Hukum Mendel I

Menyatakan bahwa pada waktu pembentukan gamet, terjadi pemisahan alel secara acak (*The Law of Segregation of Allelic Genes*). Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, gen merupakan bagian dari DNA yang terdapat dalam kromosom. Pasangan kromosom homolog mengandung pasangan gen (terdiri dari 2 alel). Pada pembentukan gamet secara meiosis, pasangan-pasangan gen pada kromosom homolog saling berpisah (tahap Anafase). Pada akhir meiosis, setiap sel gamet yang dihasilkan hanya memiliki satu alel dari pasangan gen saja (pelajari kembali

tentang gametogenesis). Proses pemisahan gen inilah yang disebut segregasi gen. (Suryo. 1990) Hukum ini diperoleh dari hasil perkawinan monohibrid, yaitu persilangan dengan satu sifat beda. Mendel melakukan persilangan antara tanaman ercis biji bulat dengan tanaman ercis biji berkerut. Hasilnya semua keturunan F1 berupa tanaman ercis biji bulat. Selanjutnya dilakukan persilangan antar keturunan F1 untuk mendapatkan keturunan F2. Pada keturunan F2 didapatkan perbandingan fenotip 3 biji bulat : 1 biji berkerut.

P1 : ♀ BB × ♂ bb
 (biji bulat) (biji keriput)
 Gamet : B b
 F1 : B b
 (biji bulat)

F1 x F1 : ♀ Bb × ♂ Bb
 (biji bulat) (biji bulat)
 Gamet : B B
 b b

F2:

♂ ♀	B	B
B	BB (Bulat)	Bb (Bulat)
b	Bb (Bulat)	bb (Keriput)

Perbandingan fenotip bulat : berkerut = 3 : 1

Perbandingan genotip BB : Bb : bb = 1 : 2 : 1

Berdasarkan hasil perkawinan yang diperoleh dalam percobaannya, Mendel menyimpulkan bahwa pada waktu pembentukan gamet-gamet, gen akan

mengalami segregasi (memisah) sehingga setiap gamet hanya akan menerima sebuah gen saja. Kesimpulan itu dirumuskan sebagai hukum Mendel yang dikenal juga dengan hukum Pemisahan Gen yang Sealel.

2) Hukum Mendel II

Hukum Mendel II dikenal sebagai Hukum Asortasi, hukum berpasangan atau penggabungan secara bebas (The Law of Independent Assortment of Genes). Hukum ini menyatakan bahwa pada saat pembentukan sel-sel gamet, gen-gen yang tidak sealel akan mengelompok secara bebas setelah memisah dari gen yang sealel. Gen untuk satu sifat/karakter tidak akan berpengaruh pada gen untuk sifat/karakter yang lain yang tidak sealel karena gen-gen yang bukan alelnya mempunyai karakter yang berbeda. Hukum Mendel ini ditemukan ketika Mendel menyilangkan kacang ercis dengan mengamati lebih dari satu sifat beda. Disilangkan galur murni kacang ercis berbiji bulat kuning dengan galur murni kacang ercis berbiji keriput warna hijau. Persilangan dengan mengamati dua sifat beda ini disebut persilangan dihibrid. Bulat (B) dominan terhadap keriput (b), kuning (K) dominan terhadap hijau (h). Diperoleh keturunan F1 semuanya berbiji bulat warna kuning (BbKk). Jika F1 mengadakan penyerbukan sesamanya diperoleh F2, ternyata diperoleh keturunan F2 yang sebagian tidak sama dengan induknya, yaitu dijumpai tanaman kacang ercis berbiji bulat warna hijau serta kacang ercis berbiji keriput warna kuning. Perhatikan skema persilangan berikut.

P1 : ♀ BBKK × ♂ bbkk
 (bulat kuning) (keriput hijau)
 Gamet : BK Bk
 F1 : BbKk
 (bulat kuning)
 F1 x F2 : ♀ BbKk × ♂ BbKk
 (bulat kuning) (bulat kuning)
 Gamet : BK, Bk, bK, bk BK, Bk, bK, bk
 F2 :

♂ ♀	BK	BK	bK	Bk
BK	BBKK (bulat kuning)	BBKK (bulat kuning)	BbKK (bulat kuning)	BbKk (bulat kuning)
BK	BBKK (bulat kuning)	BBKK (bulat kuning)	BbKK (bulat kuning)	BbKk (bulat kuning)
bK	BbKK (bulat kuning)	BbKK (bulat kuning)	bbKK (keriput kuning)	bbKk (keriput kuning)
Bk	BbKk (bulat kuning)	BbKk (bulat kuning)	bbKk (keriput kuning)	Bbkk (keriput hijau)

Dari persilangan di atas didapatkan bahwa pada F2 hasil persilangan dihibrid memiliki fenotipe bulat kuning, bulat hijau, keriput kuning, kisut hijau dengan perbandingan 9 : 3 : 3 : 1. Mendel menganggap bahwa pada saat pembentukan gamet gen-gen akan memisahkan dari alelnya lalu mengelompok dengan gen-gen yang tidak sealel. Inilah yang disebut dengan Hukum Asortasi Bebas atau Hukum Mendel II. Gen B bisa mengelompok dengan gen K, membentuk gamet tipe BK. Gen B bisa pula mengelompok

dengan gen k, membentuk gamet tipe Bk. Gen b bisa mengelompok dengan gen K, membentuk gamet tipe bK. Gen b bisa mengelompok dengan gen k, membentuk gamet tipe bk.

4. Penyimpangan Semu Hukum Mendel

Pada persilangan dihibrid pada keturunan ke-2 (F₂) akan mempunyai perbandingan fenotip = 9:3:3:1. Tetapi dalam keadaan tertentu perbandingan fenotip tersebut tidak berlaku. Dari beberapa percobaan, ternyata ada penyimpangan hukum Mendel. Hal itu dapat terjadi karena adanya interaksi antargen, atau suatu gen dipengaruhi oleh gen lain untuk memunculkan sifat tertentu sehingga menyebabkan perbandingan fenotip yang keturunannya menyimpang dari hukum Mendel. Keadaan semacam ini disebut penyimpangan hukum Mendel. Adapun penyimpangan semu dari Hukum Mendel yakni:

- Kriptomeri, adalah penyimpangan semu dengan perbandingan F₂ = 9:3:4
- Komplementer adalah penyimpangan semu dengan perbandingan F₂ = 9:7
- Polimeri adalah penyimpangan semu dengan perbandingan F₂ = 15:1
- Epistasis dan Hipostasis adalah penyimpangan semu dengan perbandingan F₂ = 12:3:1.
- Interaksi Gen adalah penyimpangan semu dengan sifat baru yang berbeda dengan kedua induknya dengan hasil F₂ = 9:3:3:1.

5. Pola-Pola Hereditas

Pola-pola hereditas adalah mekanisme pewarisan sifat yang dipelajari dalam ilmu genetika. Genetika adalah ilmu yang mempelajari mengenai pewarisan sifat-sifat induk pada turunannya.

- a) Determinasi seks (penentuan jenis kelamin)

Tipe XY

Tipe penentuan seks ini dapat dijumpai pada lalat buah, manusia, tumbuhan berumah dua, dan pada hewan menyusui. Pada nukleus lalat buah terdapat 8 buah kromosom (4 pasang) yang terdiri dari 3 pasang kromosom tubuh (autosom) dan 1 pasang kromosom seks. Kromosom seks pada lalat betina mempunyai 2 kromosom X (bentuknya batang lurus), sedangkan pada lalat jantan terdiri dari kromosom X dan kromosom Y (lebih pendek dari kromosom X dan salah satu ujungnya membengkok). Formula kromosom lalat buah betina adalah $8XX$ (3 pasang kromosom atau 6 buah autosom + 1 pasang kromosom X), sedangkan lalat buah jantan adalah $8XY$ (3 pasang kromosom autosom + 1 kromosom X + 1 kromosom Y). Jumlah kromosom pada manusia adalah 46 buah (23 pasang). Pada wanita, terdapat 22 pasang autosom dan 1 pasang kromosom X ($46XX$), sedangkan pada laki-laki terdapat 22 pasang autosom, 1 kromosom X, dan 1 kromosom Y ($46XY$). Pada gametogenesis, dihasilkan ovum (sel telur) haploid sehingga mengandung 22 autosom (11 pasang) dan 1 kromosom X. Pada spermatogenesis dihasilkan spermatozoa yang mengandung 22 autosom dan 1 kromosom X serta spermatozoa yang mengandung 22 autosom dan 1 kromosom Y. (Thompson, J.S., & M.W. Thompson. 1986).

Tipe XO

Tipe XO ini dijumpai pada serangga seperti belalang (Ordo Orthoptera) dan kepik (Ordo Hemiptera). Pada belalang tidak dijumpai adanya kromosom Y sehingga hanya mempunyai kromosom X saja. Oleh karena itu, belalang jantan bertipe XO dan belalang betina bertipe XX (mempunyai sepasang kromosom X).

Tipe ZW

Tipe ini dijumpai pada serangga (kupu-kupu), beberapa jenis ikan dan reptil. Berbeda dengan tipe seks pada manusia dan lalat buah yang homogametik (terdiri dari kromosom kelamin yang sama) pada betina atau wanita, tipe seks ZW pada betina bersifat heterogametik (terdiri dari kromosom kelamin yang berbeda). Agar tidak terjadi kekeliruan dengan tipe penentuan kelamin XY, maka digunakan Z dan W. Oleh karena itu, yang betina mempunyai tipe ZW (atau XY) dan yang jantan mempunyai tipe ZZ (atau XX).

Tipe ZO

Tipe ZO dijumpai pada unggas seperti ayam dan itik. Unggas betina juga bersifat heterogametik, yaitu hanya mempunyai satu kromosom X saja, sehingga tipenya adalah ZO atau XO. Unggas jantan bersifat homogametik, sehingga tipenya adalah ZZ atau XX.

b) Gagal Berpisah (non-disjunction)

Pada saat pembentukan gamet (pembelahan meiosis), kromosom dapat mengalami gagal berpisah sehingga jumlah kromosom menjadi berubah. Kromosom dapat gagal berpisah dengan kromosom homolognya pada saat meiosis I. Selain itu, kromatid dalam satu kromosom juga dapat gagal berpisah pada saat meiosis II. Gagal berpisah dapat mengakibatkan gamet atau individu yang baru lahir mempunyai kelainan jumlah kromosom. Contoh akibat gagal berpisah adalah aneuploidi dan poliploidi. Aneuploidi adalah individu yang memiliki kekurangan atau kelebihan satu kromosom dari kromosom tetuanya. Aneuploidi mengakibatkan perubahan fenotip pada individu, misalnya individu yang mempunyai kromosom monosomi ($2n - 1$) atau trisomi ($2n + 1$). Sedangkan, poliploidi adalah individu yang mempunyai kelipatan jumlah

kromosom tetuanya. Poliploidi misalnya gamet diploid bertemu dengan gamet haploid menjadi triploid ($3n$), atau dua gamet diploid bersatu membentuk individu tetraploid.

Gagal berpisah tersebut kemungkinan dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu:

- Adanya virus atau kerusakan akibat radiasi. Pengaruh ini akan mudah terlihat pada wanita yang telah berumur tua.
- Kandungan antibodi tiroid yang tinggi.
- Sel telur dalam saluran telur yang tidak segera dibuahi akan mengalami kemunduran. Oleh karena itu, risiko melahirkan anak yang cacat akan dialami oleh wanita berumur lebih dari 25 tahun.

c) Pautan gen (gen linkage)

Pautan gen merupakan salah satu penyimpangan terhadap hukum Mendel. Pada peristiwa ini, dua gen atau lebih terletak pada satu kromosom dan tidak dapat memisahkan diri secara bebas. Hal ini terjadi karena gen-gen yang mengendalikan dua sifat beda terletak pada kromosom yang sama dengan letak lokus yang berdekatan.

Contoh peristiwa pautan terdapat pada *Drosophila melanogaster*, yang dilaporkan pertama kali oleh T.H. Morgan. *Drosophila melanogaster* memiliki empat pasang kromosom dalam inti selnya dan memiliki banyak gen yang semua berada pada kromosom sehingga tiap kromosom mengandung banyak gen. Fakta menjelaskan bahwa faktor pembawa sifat panjang sayap dan lebar abdomen terletak pada kromosom yang sama dan diturunkan bersama-sama. Dengan perkataan lain, gen yang mengatur ukuran panjang sayap bertaut dengan gen yang mengatur ukuran lebar abdomen.

d) Pindah silang (crossing over)

Pindah silang adalah pertukaran segmen antara dua kromosom homolog. Peristiwa ini berlangsung pada saat kromosom homolog berpasangan dalam profase I meiosis, yaitu pada saat pakiten. Pakiten merupakan saat seluruh bagian kromosom berpasangan pada jarak yang paling dekat. Titik kontak dari kromosom-kromosom yang bersentuhan dinamakan kiasma. Pindah silang akan menghasilkan kromosom rekombinan yang merupakan hasil penyeberangan fragmen-fragmen kromosom ke kromosom homolog tetangganya. Pautan gen dapat dipisahkan oleh peristiwa pindah silang pada semua titik sepanjang kromosom.

6. Hereditas Pada Manusia

Telah diketahui bersama bahwa manusia satu dengan manusia lainnya di dunia ini tentunya tidak ada yang sama persis (benar-benar identik). Penyebabnya ialah adanya materi genetik yang mempunyai sifat-sifat berbeda antarindividu. Dalam ilmu tentang materi genetik (genetika), telah banyak dipelajari tentang peristiwa penurunan sifat, baik pada tumbuhan, hewan, maupun manusia. Di antara objek yang dipelajari dalam genetika tersebut, genetika manusia paling lambat perkembangannya dibandingkan pada hewan dan tumbuhan. (Thompson, J.S., & M.W. Thompson. 1986).

Beberapa hambatan yang menyebabkan lambatnya perkembangan tersebut, antara lain: sulitnya mencari objek (manusia) untuk penelitian, sulitnya mengarahkan manusia dalam mencapai tujuan atau keinginan peneliti, sulitnya mengamati perkembangan sifat manusia yang mengarah pada tujuan peneliti, keturunan manusia yang relatif lebih

sedikit dibandingkan hewan dan tumbuhan karena umur atau siklus hidup manusia lebih panjang, serta lingkungan manusia yang tidak mudah bahkan tidak dapat dikontrol.

a. Gen

Gen berasal dari bahasa Belanda yaitu *gen*, adalah unit pewarisan sifat bagi organisme hidup. Gen sebagai faktor keturunan tersimpan di dalam kromosom, yaitu di dalam manik-manik yang disebut kromomer atau nukleosom dari kromomer. Morgan, ahli genetika dari Amerika Serikat menyebutkan kromomer itu lokus. Jadi, gen tersimpan dalam setiap lokus yang khas dalam kromosom. Gen sebagai zarah yang kompak mengandung satu satuan informasi genetik yang mengatur sifat-sifat menurun tertentu, memenuhi lokus suatu kromosom. Suatu kromosom mengandung banyak gen. Oleh sebab itu di dalam setiap kromosom, khususnya di dalam kromonema terdapat deretan lokus. Batas antara lokus yang satu dengan yang lainnya tidak jelas seperti deretan kotak-kotak. Gen sebagai satu satuan informasi genetik tersusun teratur di dalam satu deretan secara linear dan lurus beraturan, tidak berselang-seling berdempet atau berdampingan. Gen mempunyai sifat-sifat, antara lain:

- 1.Gen memiliki zarah tersendiri dalam kromosom.
- 2.Gen mengandung informasi genetik.
- 3.Gen dapat menduplikasikan diri (membelah) sehingga dapat menyampaikan informasi genetik pada generasi berikutnya.

Fungsi gen, antara lain:

- 1.Mengatur perkembangan dan proses metabolisme individu
- 2.Menyampaikan informasi genetika kepada generasi berikutnya
- 3.Sebagai zarah (zat terkecil yang tidak dapat dibagi lagi) tersendiri dalam

kromosom.

b. Struktur gen

Gen mengandung DNA atau RNA yang membawa informasi genetik. Manusia memiliki banyak sekali gen-gen, dan kumpulan dari gen-gen ini disebut genom yang berada dalam inti sel yaitu di sebelah kromosom. Gen membentuk struktur yang disebut DNA. Kromosom adalah struktur pembawa gen yang mirip benang dan terdapat di dalam inti sel. Kromosom hanya dapat terlihat pada saat pembelahan sel, yaitu ketika kromosom memendek dan menebal. Berdasarkan letak sentromernya kromosom dibedakan menjadi beberapa bentuk, yaitu:

- Kromosom Akrosentrik, apabila sentromer terletak subterminal (didekat ujung kromosom), sehingga kromosom tampak lurus seperti batang.
- Kromosom Telosentrik, apabila sentromer terletak di ujung kromosom, sehingga kromosom tampak hanya terdiri dari satu lengan saja.
- Kromosom Submetasentrik, apabila sentromer terletak submedian (kearah salah satu ujung kromosom), sehingga kromosom tampak seperti huruf “J”.
- Kromosom Metasentrik, apabila sentromer terletak ditengah, sehingga kromosom tampak terbagi menjadi dua lengan yang sama panjang dan seperti huruf “V”.

Jumlah kromosom dalam sel bervariasi, bergantung pada jenis makhluk hidupnya. Namun, jumlah kromosom pada setiap makhluk hidup selalu tetap. Kromosom dibedakan menjadi dua, yaitu :

- Autosom, adalah kromosom yang terdapat pada sel-sel tubuh (somatic) sehingga disebut juga kromosom tubuh.
- Gonosom, adalah kromosom yang terdapat pada sel-sel kelamin, sehingga disebut juga kromosom kelamin atau kromosom seks. Sebagai pembawa

informasi genetik, DNA memiliki dua fungsi, yaitu dapat menyintesis molekul kimia lainnya dan dapat menyintesis dirinya sendiri atau dapat bereplikasi. Proses replikasi DNA:

1. Denaturasi, pemisahan untaian DNA
 2. Inisiasi, pengawalan sintesis DNA
 3. Pemanjangan untaian DNA
 4. Ligasi fragmen DNA
 5. Pengakhiran sintesis DNA
- c. Kromosom dan Kromatin

Kromosom berasal dari kata chroma dan soma=badan. Setiap organisme selain memiliki sepasang kromosom tersebut juga memiliki kromosom kelamin atau yang disebut gamet yang berasal dari hasil pembelahan sel yang membagi jumlah kromosom menjadi jumlah setengahnya yang disebut kromosom haploid. Jumlah kromosom pada setiap organisme yang berada dalam satu spesies adalah sama. Sebagai contohnya adalah jumlah kromosom somatik manusia yaitu 46 kromosom. Kromatin, jalinan benang-benang halus dalam plasma inti. Jalinan itu akan menghisap banyak zat itu. Berasal dari Chroma=berwarna, dan tin= benang. Terdiri dari benang-benang kromonema yang berpilin-pilin longgar diselaputi protein. Kromatin maupun kromosom terdiri dari beberapa serat (fibril) halus dan dibina atas 2 macam molekul; ADN (asam deoksiribosa nukleat) dan protein. Proteinnya terutama berupa histon. Kromatin atau kromosom mengandung puluhan sampai ratusan ribu gen. (Thompson, J.S., & M.W. Thompson. 1986).

- d. Morfologi kromosom

Bagian kromosom terdiri dari lengan dan sentromer. Sentromer merupakan bagian kepala kromosom, sentromer tersebut mengandung kromonema dan gen.

Lengan ialah badan kromosom sendiri dan juga mengandung kromonema dan gen. Lengan memiliki 3 daerah yaitu : selaput, kandung, dan kromonema. Selaput ialah lapisan tipis yang menyelimuti badan kromosom, kandung (matrix) mengisi seluruh lengan, terdiri dari cairan bening. Kromonema adalah benang halus yang berpilin-pilin yang terendam dalam kandung kromonema yang berasal dari kromonema kromatin sendiri. Setiap kromosom dalam genom dapat dengan mudah dibedakan antara kromosom yang satu dengan lainnya dengan menggunakan beberapa cara khusus yang salah satunya adalah dengan melihat panjang relatifnya, posisi dari sentromer yang membagi kromosom menjadi dua lengan yang panjangnya bervariasi, ada tidaknya dan posisi dari daerah yang dinamakan knob atau kromometer, tempat benang-benang kromatid yang disebut Sateit. Kromosom dengan median sentromer normalnya akan memiliki jumlah lengan yang dapat dibagi. Lengan yang lebih pendek dinamakan lengan P sedangkan lengan yang lebih panjang dinamakan lengan Q. Kromosom terdiri dari DNA (asam deoksiribonukleat), RNA (asam ribonukleat), dan beberapa jenis protein. DNA dan RNA adalah anggota kelompok senyawa biokimia yang disebut asam nukleat atau polinukleotida. DNA sebuah sel mengandung sejenis kode semua informasi untuk sintesis semua protein yang dibuat oleh sel tersebut. DNA dapat menyimpan dan mereduplikasikan informasi. Fungsi RNA adalah pengangkut antara DNA dan protein. RNA berjalan dengan urutan yang sesuai dari berbagai potongan informasi sebuah sel yang membutuhkannya untuk melaksanakan berbagai aktivitas sel tersebut. Kromosom yang terdapat didalam sebuah sel tidak pernah sama ukurannya. Pada manusia, panjang kromosom dapat mencapai 6 mikron.

7. Upaya Menghindari Kelainan Menurun

Pada umumnya, gen yang menyebabkan kelainan menurun pada manusia sulit untuk dilacak. Oleh karena itu agar pewarisan sifat tersebut dapat dilacak serta dihindari, perlu dilakukan upaya melalui:

a. Eugenetika

Yaitu upaya perbaikan sosial yang meliputi penerapan (implementasi) hukum- hukum pewarisan sifat, antara lain dengan Menghindari perkawinan dengan keluarga dekat, karena dapat memungkinkan rekombinasi gen-gen resesif yang umumnya menimbulkan ketidaknormalan, Harus memahami hukum-hukum hereditas bagi generasi muda. Tidak menikahkan orang-orang yang mengalami gangguan mental.seperti idiot, imbisil, dan debil. Dilakukan pemeriksaan kesehatan dan asal-usul calon pasangan suami-istri. Akan tetapi, pasangan yang sudah menikah dapat melakukan upaya untuk mengetahui lebih awal kondisi kandungannya. Hal ini dapat dilakukan misalnya dengan amniosentesis. Amniosentesis merupakan cara untuk mengetes kemungkinan adanya kelainan kromosom pada bayi yang masih dikandung oleh ibu. Waktu yang paling baik untuk melakukan amniosentesis ini adalah pada saat usia kehamilan mencapai 14-16 minggu, Memelihara kesehatan fisik dan mental Menggunakan peta silsilah. Peta silsilah dapat menunjukkan keadaan atau sifat individu dalam keluarga besar (1 garis keturunan), sehingga dapat dilacak adanya individu yang mewariskan sifat kepada keturunannya.

b. Eutenika

Upaya eutenika dilakukan melalui pengelolaan lingkungan seperti pendidikan, peningkatan gizi, perbaikan tempat tinggal, olahraga, dan rekreasi. (Suryo. 1990).

Latihan Soal

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Apakah manfaat pengetahuan genetika bagi manusia?
2. Sebutkan dan jelaskan tiga cara mempelajari penurunan sifat!
3. Prinsip-prinsip pewarisan sifat apa saja yang berhasil ditemukan oleh Mendel?
4. Selesaikan masalah pembastaran berikut ini:
 - a) Tanaman kacang kapri yang homozigot tinggi (batangnya) dibastarkan dengan tanaman kacang kapri homozigot pendek (batangnya). Turunan F1 yang diperoleh diserbuki sendiri dan akan menghasilkan turunan F2. Dari pembastaran tersebut cari turunan F2nya dengan menggunakan papan catur. Diketahui gen T untuk sifat tinggi dan gen t untuk sifat rendah. Sifat tinggi (T) dominan terhadap sifat rendah (t).
 - b) Tikus berbulu homozigot hitam berekor panjang dibastarkan dengan tikus homozigot berbulu putih berekor pendek. Turunan F1 yang diperoleh dibastarkan dengan turunan F1 lainnya, dan akan menghasilkan turunan F2. Dari pembastaran tersebut cari turunan F2nya dengan menggunakan papan catur. Diketahui gen H untuk sifat bulu hitam, gen h untuk bulu putih; gen P untuk ekor panjang dan gen p untuk ekor pendek. Sifat bulu hitam (H) dominan terhadap sifat bulu putih (h); sifat ekor panjang (P) dominan terhadap sifat ekor pendek (p).

Daftar Pustaka

Suryo. 1990. Genetika Manusia. Yogyakarta. Gajahmada University Press.

Thompson, J.S., & M.W. Thompson. 1986 Genetics In Medicine. Philadelphia:

WB. Saunders Company

BAB X

EVOLUSI

1. Pandangan Evolusi Sebelum Masa Darwin

Biologi mengalami kematangan pada tanggal 24 November 1859, pada saat Charles Darwin menerbitkan buku *On The Origin of Species by Means of Natural Selection*. Buku tersebut menyajikan kasus-kasus yang meyakinkan tentang evolusi dan telah dapat menghubungkan apa yang sebelumnya dilihat sebagai suatu kumpulan fakta membingungkan dan tidak saling berkaitan menjadi suatu pandangan kohesif mengenai kehidupan. Darwin menyetengahkan berbagai topik yang populer dalam biologi besarnya keanekaragaman dalam organisme, asal-usul organisme dan kekerabatan, kemiripan dan perbedaannya, penyebaran geografisnya, dan adaptasi dengan lingkungan di sekitarnya.

A. Pengertian Evolusi

Sebenarnya gagasan evolusi pertama kalinya bukan diperkenalkan oleh Darwin, tetapi kita dapat menelusurinya sampai ke Yunani kuno. Thales (636 - 546 SM) dan Anaximander (611 - 547 SM) biasa memperbincangkan asal-usul biota laut dan evolusi kehidupan. Pythagoras (570 - 496 SM), Xantus (kira-kira 500 SM) dan Empedocles (490 - 430 SM) juga membicarakan isu yang sama dalam tulisan-tulisan mereka (Comas, 1957). Apa konsep modern tentang evolusi? Evolusi didefinisikan oleh Janusch (1973), sebagai penurunan sifat melalui modifikasi. Lasker (1976), merumuskan evolusi sebagai perubahan-perubahan dalam pengayaan sifat keturunan dengan modifikasi yang berkelanjutan melalui tahapan waktu, dan mengartikan evolusi sebagai suatu proses yang telah mengubah bentuk

kehidupan di atas bumi sejak bentuknya yang paling awal sampai membentuk keanekaragaman yang sangat luas seperti apa yang ditemukan sekarang ini. Setelah teori genetik dikembangkan dalam era modern ini, evolusi kini sering dilihat sebagai perubahan-perubahan dalam frekuensi gen antara populasi leluhur dengan populasi keturunannya, meskipun diakui sangat mustahil bagi kita untuk secara langsung mengukur perubahan-perubahan kuantitatif antara kedua hal tersebut. Para ilmuwan tidak dapat mendeteksi perubahan-perubahan frekuensi gen, dan mereka menelusurinya melalui perubahan morfologi organisme dalam tahapan waktu. Dalam hal ini, analisis persamaan dan perbedaan makhluk hidup, khususnya dalam dunia binatang merupakan dasar dari kajian evolusi. Salah satu kajian itu adalah keanekaragaman jenis binatang yang masih hidup maupun yang sudah mati. Dilihat dari segi ini, evolusi juga bisa didefinisikan sebagai perubahan-perubahan dalam jumlah dan jenis garis keturunan utama. (Campbell,2003).

2. Pandangan Evolusi Menurut Agama Dan Beberapa Ahli Lain

Untuk menempatkan pandangan Darwinian dalam sebuah perspektif, kita harus membandingkannya dengan ide-ide yang muncul sebelumnya mengenai bumi dan kehidupan di bumi. Dampak suatu revolusi intelektual seperti Darwinisme bergantung pada waktu dan logika. Mari kita menggali konteks historis dari kehidupan dan ide Darwin.

- a. Kebudayaan Barat Menolak Pandangan Evolusioner Mengenai Kehidupan Buku *The Origin of Species*, sungguh sangat radikal untuk masa itu. Pandangan Darwinian ini bukan hanya menantang pandangan ilmiah yang berlaku saat itu, tetapi juga mengguncang akar paling

dalam dari kebudayaan barat. Pandangan Darwinian mengenai kehidupan memiliki perbedaan yang sangat tajam dengan paradigma konvensional yang menyatakan bahwa bumi baru berumur beberapa tahun saja, dihuni oleh bentuk-bentuk kehidupan yang tidak berubah dan telah diciptakan satu per satu selama seminggu penuh di mana sang Pencipta membentuk keseluruhan jagad raya. Buku Darwin menantang pandangan dunia yang telah diajarkan dan diyakini selama berabad-abad.

- b. Skala Alam dan Teologi Alami Walaupun beberapa filsuf Yunani mulai meyakini terjadinya evolusi kehidupan secara bertahap, akan tetapi Plato (427 - 347 SM) dan muridnya Aristoteles (384 - 322 SM) yang merupakan dua filsuf yang paling berpengaruh dalam kebudayaan barat, tetap memegang pendapat yang bertentangan dengan konsep evolusi. Plato sangat meyakini tentang dua dunia: dunia nyata yang ideal dan kekal dengan dunia khayal yang tidak sempurna yang kita tangkap melalui panca indera kita. Evolusi akan kontra produktif di dalam suatu dunia di mana organisme ideal sudah teradaptasikan secara sempurna terhadap lingkungannya. Aristoteles yakin bahwa semua bentuk kehidupan dapat disusun dalam suatu skala, dengan tingkat kerumitan yang semakin tinggi yang kemudian dikenal sebagai skala alam (scale of natural). Menurutnya, tiap-tiap bentuk kehidupan memiliki anak tangga yang telah ditentukan untuknya pada tangga tersebut dan setiap anak tangga ini telah terisi. Dalam pandangan ini, spesies bersifat permanen, sempurna dan tidak berkembang. Dalam budaya Judeo-Kristen, Kitab Perjanjian Lama yang berisi penciptaan, dikuatkan ide

bahwa setiap spesies telah diciptakan atau dirancang satu per satu dan bersifat permanen. Pada awal tahun 1700-an, biologi di Eropa dan Amerika didominasi oleh teologi alami (natural theology), yaitu suatu filosofi yang dikhususkan pada penemuan rencana Sang Pencipta dengan mempelajari alam. Para pengikut teologi alami melihat adaptasi organisme sebagai bukti Sang Pencipta telah merancang masing-masing dan setiap spesies untuk suatu tujuan tertentu. Tujuan utama teologi alami adalah untuk mengelompokkan spesies yang memperlihatkan tahapan skala kehidupan yang telah diciptakan oleh Tuhan. Carolus Linnaeus (1707 - 1778), seorang ahli botani Swedia, mencari keteraturan di dalam keanekaragaman kehidupan "untuk kemuliaan dan keagungan Tuhan". Linnaeus merupakan Bapak taksonomi, yaitu cabang biologi yang membahas penamaan dan pengelompokan bentuk kehidupan yang sangat beraneka ragam. Beliau mengembangkan sistem dua tata nama (binomial nomenclature) dalam menamai organisme menurut genus dan spesies, penamaan cara ini masih tetap digunakan hingga saat ini. Linnaeus memakai suatu sistem untuk pengelompokan spesies yang saling mirip ke dalam suatu jenjang kategori yang semakin umum. Sebagai contoh, spesies yang mirip dikelompokkan ke dalam genus yang sama, genus yang mirip dikelompokkan ke dalam famili yang sama dan demikian seterusnya. Bagi Linnaeus pengelompokan spesies yang mirip tidak mengimplikasikan adanya pertalian keluarga menurut garis evolusi, tetapi seabad kemudian sistem taksonominya ternyata menjadi titik fokus pendapat Darwin mengenai evolusi. (Cecie Star and Ralph, 1995)

3. Teori Gradualisme

Geologis Sebagai Pembuka Jalan Selain teori Katastrofisme Cuvier, ada suatu ide yang berbeda mengenai bagaimana proses geologis membentuk lapisan kerak bumi. Pada tahun 1795 seorang ahli geologi Skotlandia James Hutton (1726 -1797), mengemukakan bahwa hal yang mungkin untuk menjelaskan berbagai bentuk tanah adalah dengan melihat mekanisme yang sedang bekerja di dunia sekarang ini. Sebagai contoh, ia menyatakan bahwa tebing terbentuk oleh sungai yang memotong bebatuan dan batuan sedimen dengan fosil hewan lautnya terbentuk dari partikel- partikel yang telah terkena erosi dari daratan yang dibawa oleh sungai ke lautan. Ia menjelaskan sifat dan ciri geologis bumi dengan teori Gradualisme (secara bertahap), yang menganggap bahwa perubahan mendalam dan nyata merupakan produk kumulatif proses yang berlangsung lambat tetapi konstan (terus-menerus). Ahli geologi terkemuka pada masa Darwin, yang juga seorang Skotlandia bernama Charles Lyell (1797-1875), memadukan teori gradualisme Hutton dalam suatu teori yang dikenal dengan nama Uniformitarianisme (keseragaman). Istilah ini mengacu pada idenya bahwa proses geologis masih belum berubah sepanjang sejarah bumi ini. Sebagai contoh gaya yang membentuk pegunungan dan mengikisnya serta laju di mana gaya ini bekerja saat ini sama besarnya seperti di masa silam. Kesimpulan yang dihasilkan Hutton dan Lyell ini memberi kontribusi yang besar terhadap Darwin. Kesimpulan yang dimaksud, pertama, jika perubahan geologis merupakan akibat dari

kerja yang lambat dan terus menerus, bukan akibat dari kejadian yang tiba-tiba, bumi ini pasti sudah sangat tua lebih dari 6000 tahun seperti yang dinyatakan oleh banyak ahli teologi berdasarkan petunjuk dari kitab Injil. Kedua, proses yang sangat lambat tetapi sangat halus yang bertahan selama periode waktu yang sangat panjang dapat menyebabkan perubahan yang cukup besar. Tetapi, Darwin bukanlah orang pertama yang menerapkan prinsip gradualisme pada evolusi biologi. (Kimball, J. W. 1999)

4. Teori Evolusi Dalam Perspektif Islam

Sebelum kita mulai mendiskusikan isu ini ada baiknya diingat lebih dahulu, bahwa sampai sekarang ada dua mazhab ahli tafsir (mufasssiran). Pertama, mazhab tekstual yang menafsirkan semua ayat sesuai dengan anti verbal ayat-ayat itu kata demi kata. Situasi dan kondisi yang dirujuk kebanyakan adalah apa yang terjadi pada abad pertama dan kedua Hijriah. Kemajuan sains dan teknologi diabaikan. Bagi mazhab ini, penafsiran cenderung sudah final. Kedua, mazhab kontekstual yang menafsirkan ayat-ayat bukan hanya terbatas pada arti verbal ayat-ayat tetapi juga merujuk pada relevansi teks itu dengan kemajuan iptek. Pendek kata, penafsiran terbuka jika premis-premis baru muncul. Iptek adalah juga sunnah Allah yang harus dirujuk sesuai dengan ayat yang bersangkutan dan ini membuat penafsiran menjadi dinamis. Ini tidak berarti bahwa ayat-ayat itu harus disesuaikan dengan kemajuan iptek tetapi penafsiran kembali diperlukan jika ada fakta-fakta baru muncul. Dapat dimengerti bahwa mazhab tekstual cenderung jadi statis dan taklid pada apa yang ditafsirkan oleh para ahli

tafsir abad pertama dan kedua hijriah sesudah wafatnya Rasulullah SAW. Sebaliknya mazhab kontekstual lebih dinamis dan tidak berpegang teguh pada pandangan para ahli tafsir terdahulu melainkan cenderung untuk menafsirkan kembali ayat-ayat sesuai dengan premis-premis baru dan tanggap terhadap waktu dan ruang tertentu. Dapat dimaklumi bahwa mazhab ini dalam batas tertentu mengundang kontroversi di kalangan ahli tafsir. Untuk mempermudah perbandingan, kerangka pandangan teori evolusi akan diambil sebagai rujukan dan kemudian saya akan mengutip ayat-ayat Al Quran dan tafsirnya diikuti bagaimana pandangan teori evolusi tentang isu yang ada dalam teks Al Quran. Semua terjemahan dikutip dari Ali (1983).

5. Perkembangan dan peradaban manusia

Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan mempengaruhi peradaban sebuah bangsa dan menjadi bangsa itu dianggap lebih muju dari bangsa-bangsa lain pada zamannya. Kehidupan di lembah sungai Nil masa itu kita sebut dengan nama Peradaban Lembah Sungai Nil bukan Kebudayaan Lembah Sungai Nil sebab mereka telah memiliki organisasi social, kebudayaan, dan cara berkehidupan yang sudah maju bila disbanding dengan bangsa lain.

a. Manusia sebagai Makhluk Beradab dan Masyarakat Adab

Peradaban tidak hanya menunjuk pada hasil-hasil kebudayaan manusia yang sifatnya fisik, seperti barang, bangunan, dan benda-benda. Kebudayaan merupakan keseluruhan dari budi daya manusia, baik cipta, karsa, dan rasa. Adab artinya sopan. Manusia sebagai makhluk beradab artinya pribadi manusia itu memiliki potensi untuk berlaku sopan, berahlak dan berbudi pekerti yang luhur menuju pada perilaku

pada manusia. Manusia beradab adalah manusia yang bisa menyelaraskan antara, cipata, rasa, dan karsa. Kaelan (2002) menyatakan manusia yang beradab adalah manusia yang mampu melaksanakan hakikatnya sebagai manusia (monopluraris secara optimal). Manusia adalah makhluk yang beradab sebab dianugrahi karkat, martabat, serta potensi kemanusiaan yang tinggi.

Konsep masyarakat adab berasal dari konsep civil society, dari asal kata society civilis. istilah masyarakat adab dikenal dengan kata lain masyarakat sipil, masyarakat warga, atau masyarakat madani. Pada mulanya, civil society berasal dari dunia barat. Adalah datao answar Ibrahim (mantan wakil perdana menteri malaysia) yang pertama kali memperkenalkan istilah masyarakat madani sebagai istilah lain dari civil society. Nurcholish madjid mengindonesiakan civil society (inggris) dengan masyarakat madani. Oleh banyak kalangan, istilah civil society dapat diterjemahkan dalam bahasa indonesia dengan berbagai istilah antara lain :

- Civil society diterjemahkan dengan istilah masyarakat sipil, civil artinya sipil sedangkan society artinya masyarakat.
- Civil society diterjemahkan dengan masyarakat beradab atau peradaban, ini merupakan terjemahan dari civilizet (beradab) dan society (masyarakat) sebagai lawan dari masyarakat yang tidak beradab (uncivilzet society).
- Civil society diterjemahkan sebagai masyarakat madani. Kata madani merujuk pada kata madinah, kota tempat kelahiran nabi muhamad saw. Madinah berasal dari kata madaniyah yang berarti

peradaban.

- Masa berburu dan mengumpulkan makanan, meliputi masa berburu sederhana (tradisi Paleolit) dan masa berburu tingkat lanjut (tradisi Epipaleolitik).
- Masa bercocok tanam, meliputi tradisi Neolitik dan megalitik. Masa kemahiran teknik atau perundungan, meliputi tradisi semituang perunggu dan tradisi smituang besi.

Pendapat lain membagi periode praperadaban manusia kedalam empat bagian, yaitu prapalaeolitik, palaeolitik, neolitik dan era perunggu. manusia tidak lagi sekedar homo yang hanya menginginkan makanan. manusia berkembang dari homo menjadi human karena kebudayaan dan peradaban yang diciptakan. Sedangkan untuk sejarah kebudayaan di Indonesia, R. Soekmono (1973), membagi menjadi empat masa yaitu :

- Zaman prasejarah , yaitu sejak permulaan adanya manusia dan kebudayaan sampai kira-kira abad ke-5 Masehi.
- Zaman purba , yaitu sejak datangnya pengaruh India pada abad pertama Masehi sampai dengan runtuhnya Majapahit sekitar tahun 1500 Masehi.
- Zaman madya , yaitu sejak datangnya pengaruh Islam menjelang akhir kerajaan Majapahit sampai dengan akhir abad ke-19.
- Zaman baru / Modern , yaitu sejak masuknya anasir Barat (Eropa) dan teknik Moder kira-kira tahun 1900 sampai sekarang.

Peradaban merupakan tahapan dari evolusi budaya yang telah berjalan bertahap dan berkesinambungan, memperlihatkan karakter yang khas pada

tahab tersebut, yang dicirikan oleh kualitas tertentu dari unsur budaya yang menonjol, meliputi tingkat ilmu pengetahuan, seni, teknologi, dan spiritualitas yang tinggi. Lahirnya peradaban barat di Eropa dimulai dengan adanya revolusi pemikiran. Masyarakat ada ingin keluar dari abad gelap (dark ages) mulai renaissance. Melalui revolusi pemikiran inilah lahir sains dan teknologi. Penemuan kompas magnetik menyebabkan kapal laut dapat melintasi lautan Atlantik dan akhirnya menemukan Amerika. Peradaban kuno di lembah sungai Nil tidak hanya menghasilkan kemajuan di bidang teknologi, tetapi juga di bidang sosial, misalnya dalam mata pencaharian hidup. Hasil pertanian Mesir adalah gandum, sekoi atau jomut, dan selai yaitu padi-padian yang biji atau buahnya keras seperti jagung. Peranan sungai Nil adalah sebagai sarana transportasi perdagangan. Banyak perahu-prahu dagang yang melintasi sungai Nil.

Masyarakat Mesir mula-mula membuat kalender bulan berdasarkan siklus (peredaran) bulan selama $29 \frac{1}{2}$ hari. Mereka menghitung 1 thn 12 bulan, 1 bulan sebanyak 30 hari dan lamanya setahun adalah 365 hari, yaitu 12×30 lalu ditambahkan 5 hari.

Penghitungan ini sama dengan kalender yang kita gunakan sekarang yang disebut tahun syamsiah (sistem solar). Sedangkan dalam hal budaya tulis, masyarakat Mesir mengenal bentuk tulisan yang disebut hieroglif bentuk gambar. Tulisan hieroglif ditemukan di dinding piramida, tugu obelisk maupun daun papyrus. Tulisan hieroglif berkembang menjadi lebih sederhana yang kemudian dikenal dengan tulisan hieratik dan demotik.

Demotik adalah tulisan rakyat yang digunakan untuk urusan keduniawian, misalnya jual beli. Secara kebetulan, pada waktu Napoleon

menyerbu mesir pada tahun 1799, salah satu anggota pasukannya menemukan sebuah batu besar berwarna hitam di daerah rosetta. Batu itu kemudian dikenal dengan batu rosetta yang memuat inskripsi dan tiga bahasa. Pada tahun 1822, J.F. Champollion telah menemukan arti dari isi tulisan batu rosetta dengan membandingkan tiga bentuk tulisan yang digunakan yaitu hieroglif, demotik dan Yunani. Orang yang ahli membuat peralatan logam disebut undagi. Huruf yang dipakai dalam prasasti yang ditemukan sejak tahun 400 m adalah huruf paku dalam bahasa Sangsekerta. (Kimball, J.W. 1990.).

Latihan Soal

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Mengapa teori evolusi tidak bertentangan dengan agama?
2. Di manakah letak perbedaan prinsip dari Teori evolusi sesuai dengan setiap masa?
3. Apakah Teori Darwin masih berlaku hingga sekarang?
4. Aspek apakah yang paling penting dalam proses evolusi dan mengapa?
5. Apakah proses evolusi mempunyai tujuan akhir?

Daftar Pustaka

Campbell, N.A., Reece J.B., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman S.A., Minorsky P.V. dan Jackson R.B, 1999. Biologi Edisi Kelima.

Cecie Star and Ralph Taggart. *Biology :The Unity and Diversity of Live*, 7th edition, - Copyright © 1995 by Wadsworth Publishing Co

Kimball, J.W. 1990. Biologi. Alih Bahasa: Soetarmi. Erlangga. Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Anees, Munawar Ahmad, Islam and the Biological Futures, Ethics, Gender and Technology, Mansell. London , 1989 (terj. Islam dan Masa Depan Biologis, Penerbit Mizan, 1991).
- Azwar, S. (2009). *Metode Penelitian*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Anwar Mufid, Sofyan, Islam dan Ekologi Manusia, (Bandung: Nuansa, 2010).
- Campbell, N.A., Reece J.B., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman SA., Minorsky PV dan Jackson R.B, 1999. Biologi Edisi Kelima.
- Cecie Star and Ralph Taggart. *Biology :The Unity and Diversity of Live*, 7th edition, - Copyright □ 1995 by Wadsworth Publishing Co
- Darnell, J., H. Lodish & D. Baltimore. 1990. Molecular Cell Biology. Second Edition. New York: Scientific American Books
- Kimball, J.W.1990. Biologi. Alih Bahasa: Soetarmi. Erlangga. Jakarta.
- Kusnadi dan Didik Priyandoko. 2004. *Biologi 1 A*. Jakarta: Prianti Darma Kalokatama.
- Rakhmawati, A. 2014. Materi kuliah biologi umum perilaku makhluk hidup. Jurnal Pendidikan Biologi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Raven, P dan Johnson, G. 2001. Biology Sixth Edition. Washington:Mcgraw-Hill College.
- Rudenberg, H Gunther and Rudenberg, Paul G (2010). "Chapter 6 – Origin and Background of the Invention of the Electron Microscope: Commentary and Expanded Notes on Memoir of Reinhold Rüdénberg". Advances in Imaging and Electron Physics 160.

- Simon E, Jane R, Jean D. 2013. Essential Biology with Physiology Fourth Edition. United States of America: Pearson Education, Inc.
- Sulistiyorini, Ari. 2009. *Biologi 1*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Suryo. 1990. Genetika Manusia. Yogyakarta. Gajahmada University Press.
- Syamsuri, Istamar. 2006. *Biologi Jilid 1 A*. Jakarta: Erlangga.
- Thompson, J.S., & M.W. Thompson. 1986 Genetics In Medicine. Philadelphia: WB. Saunders Company.
- Yuwono, T. 2005. Biologi Molekuler. Jakarta: Erlangga.

