

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

B

KELOMPOK
KOMPETENSI

PROFESIONAL KEANEKARAGAMAN HAYATI DAN SISTEM KLASIFIKASI



Edisi
Revisi
2018



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2018

MODUL

PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

**MATA PELAJARAN
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN AGRIBISNIS
DAN AGROTEKNOLOGI
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)**

KELOMPOK KOMPETENSI : B

**PROFESIONAL
KEANEKARAGAMAN HAYATI DAN SISTEM KLASIFIKASI**

Penulis :

**Heria Budi Handayani, S.Si, M.Si
Dra. Wisnuwati, M.Pd**

Penelaah :

Ir. Rini Sholihat, M.Si

Reviewer :

Dra. Wisnuwati, M.Pd

Illustration

Tim Desain Grafis

Copyright @2018

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Pertanian

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku untuk kepentingan
komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Peta profil hasil UKG menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG sejak tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2018 ini dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui Moda Tatap Muka.





Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) dan, Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Pendidikan dan Pelatihan Guru moda tatap muka untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Pendidikan dan Pelatihan Guru ini untuk mewujudkan Guru Mulia karena Karya.

Jakarta, Juli 2018

Direktur Jenderal Guru
dan Tenaga Kependidikan,



Dr. Supriano, M.Ed.
NIP. 196208161991031001





Kata Pengantar

Peraturan Menteri Pendayaaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi nomor 16 Tahun 2009 pada ayat 7 menyatakan bahwa Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi guru yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Sejalan dengan tugas Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian dalam mengembangkan dan memberdayakan pendidik dan tenaga kependidikan maka pada tahun anggaran 2018 ini PPPPTK Pertanian telah merevisi modul-modul untuk pelatihan guru khususnya dalam lingkup bidang kejuruan agribisnis dan agroteknologi dimana modul disusun berdasarkan pengelompokan grade mulai grade 1 sampai dengan grade 10. Modul yang disusun akan digunakan untuk bahan pelatihan guru dimana guru akan diberikan pelatihan berdasarkan nilai hasil uji kompetensi yang dapat dipetakan posisinya pada grade berapa.

Adapun modul ini adalah modul grade 1 yang merupakan bagian dari modul Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi yang terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu bagian I Pendahuluan, bagian II Kegiatan Pembelajaran, bagian III Evaluasi, dan bagian IV Penutup.





Modul yang telah disusun selalu dilakukan pembaruan secara periodik setiap kurun waktu tertentu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dan perubahan kebijakan-kebijakan terkait pengembangan dengan pendekatan High Order Tainking Skill (HOTS).

Semoga Modul Diklat PKB Guru Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Grade-1 ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Cianjur, Juli 2018

Kepala PPPPTK Pertanian

DR. Ir. H. R. Ruli Basuni, MP

NIP. 19630720 199001 1 001





Daftar Isi

	Hal.
Kata Sambutan.....	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	x
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	3
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup.....	4
E. Saran Cara penggunaan modul	4
Kegiatan Pembelajaran 1. Tingkatan Dalam Keanekaragaman Hayati.....	7
A. Tujuan.....	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	7
C. Uraian Materi	7
D. Aktivitas Pembelajaran.....	41
E. Latihan/Kasus/Tugas	44
F. Rangkuman.....	46
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	48
Kegiatan Pembelajaran 2. Keanakeragaman Hayati di Indonesia	49
A. Tujuan.....	49
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	49
C. Uraian Materi	49
D. Aktivitas Pembelajaran.....	65
E. Latihan/Kasus/Tugas	66
F. Rangkuman.....	70
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	72





Kegiatan Pembelajaran 3. Sistem Klasifikasi.....	73
A. Tujuan.....	73
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	73
C. Uraian Materi.....	73
D. Aktivitas Pembelajaran.....	99
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	102
F. Rangkuman.....	104
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	106
Kunci Jawaban.....	107
Evaluasi.....	108
Penutup.....	112
Daftar Pustaka.....	113
Glosarium.....	114





Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Berbagai macam varietas jeruk.....	9
Gambar 2. Famili Palmae	10
Gambar 3. Famili Feliidae.....	10
Gambar 4. Ekosistem Padang Rumput.....	13
Gambar 5. Fauna Herbivora di Ekosistem Padang Rumput.....	14
Gambar 6. Ekosistem Sabana	14
Gambar 7. Ekosistem Hutan Hujan Tropis.....	15
Gambar 8. Jenis Flora di Hutan Hujan Tropis	16
Gambar 9. Bekantan Fauna Khas Hutan di Kalimantan.....	17
Gambar 10. Ekosistem Tundra	18
Gambar 11. Flora Ekosistem Tundra	18
Gambar 12. Fauna di Ekosistem Tundra	19
Gambar 13. Mamalia Berbulu Lebat di Ekosistem Tundra	19
Gambar 14. Ekosistem Taiga	20
Gambar 15. Tumbuhan di Ekosistem Taiga (Alder, Juniper, dan Spruce).....	20
Gambar 16. Fauna di Ekosistem Taiga.....	21
Gambar 17. Pembagian Zonasi Danau.....	23
Gambar 18. Waduk Cirata	24
Gambar 19. Zonasi Laut.....	27
Gambar 20. Terumbu Karang di Indonesia	28
Gambar 21. Terumbu Karang Tepi	29
Gambar 22. Terumbu Karang Penghalang	30
Gambar 23. Terumbu Karang Cincin (Atol).....	31
Gambar 24. Anemon Laut yang merupakan habitat ikan nemo	32
Gambar 25. Bintang Laut dan Bulu Babi (Filum Echinodermata)	33
Gambar 26. Ikan Dacyllus Ekor Hitam di Terumbu Karang P. Mansiman	33
Gambar 27. Ikan Gobi “Sang Pelindung Karang”.....	34
Gambar 28. Ikan Nemo yang Bersimbiosis dengan Anemon.....	34
Gambar 29. Ular di Ekosistem Terumbu Karang.....	34
Gambar 30. Padang Lamun sebagai Habitat Berbagai Ikan dan Fauna Lainnya	38

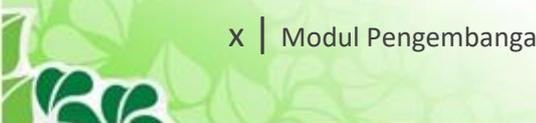




Gambar 31. Hasil Hibridisasi antara Singa dan Harimau	39
Gambar 32. Zonasi Persebaran Tanaman Menurut Iklim.....	54
Gambar 33. Peta Pembagian Wilayah di Indonesia berdasarkan Garis Wallace dan Garis Weber	56
Gambar 34. Hewan-Hewan Daerah Bagian Barat Indonesia	56
Gambar 35. Hewan-Hewan Khas Indonesia Timur	57
Gambar 36. Meranti (Shore asp)	58
Gambar 37. Bakau dan Pandan (tumbuhan liana)	58
Gambar 38. Flora endemik di Sumatra (Rafflesia arnoldi).....	59
Gambar 39. Contoh Hewan Langka di Indonesia.....	60
Gambar 40. Contoh Tanaman Langka di Indonesia (Mundu, Bedali, Gandaria) ...	61
Gambar 41. Bentuk Umum Eubacteria	77
Gambar 42. Contoh Bakteri pada Kingdom Eubacteria (Clostridium dan E. coli) ..	78
Gambar 43. Bakteri Metan Penghasil Biogas.....	80
Gambar 44. Peta Konsep Kingdom Protista.....	81
Gambar 45. Dictyostelium discoideum.....	82
Gambar 46. Contoh dari Protista Mirip Tumbuhan (Euglena viridis).....	83
Gambar 47. Protozoa Mirip Hewan (Amoeba proteus).....	84
Gambar 48. Rhizopus stolonifer pada Roti.....	85
Gambar 49. Aspergillus sp (Jenis dari Ascomycota)	86
Gambar 50. Volvariella volvaceae (jamur merang)	86
Gambar 51. Neurospora sitophyla berperan dalam Pembuatan Oncom	87
Gambar 52. Peta Konsep Kingdom Plantae.....	88
Gambar 53. Kunci Determinasi Klasifikasi	97
Gambar 54. Bagan Kunci Determinasi Daun	101

Daftar Tabel

Tabel 1. Sejarah pengelompokan Klasifikasi	74
Tabel 2. Klasifikasi ganggang	83
Tabel 3. Klasifikasi Fungi	85
Tabel 4. Tingkatan Klasifikasi Kingdom Animalia	89





Pendahuluan

A. Latar Belakang

Seperti yang diamanahkan dalam Undang Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Pendidikan sebagai sebuah sistem merupakan keseluruhan komponen pendidikan yang saling terkait secara terpadu untuk mencapai tujuan pendidikan nasional. Komponen-komponen dalam sistem pendidikan antara lain adalah tujuan pendidikan, peserta didik, pendidik, sarana prasarana pendidikan, dan metode pendidikan. Berbicara tentang pendidikan tentunya tidak akan terlepas dari pendidik yang salah satu unsurnya adalah guru.

Guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah.

Dalam menjalankan tugasnya guru wajib memiliki kualifikasi akademik, kompetensi, sertifikat pendidik, sehat jasmani dan rohani, serta memiliki kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Adapun kompetensi guru berdasarkan Permendiknas no 16 tahun 2007 tentang standar kompetensi dan kualifikasi guru, meliputi dimensi kompetensi pedagogi, kepribadian, sosial, dan profesional.



Di sisi lain masih terdapat berbagai masalah yang berkaitan dengan kondisi guru yaitu antara lain adalah 1. Adanya keberagaman kondisi kemampuan guru dalam proses pembelajaran, 2. Belum sempurnanya alat ukur untuk mengetahui kemampuan guru, 3. Pelatihan dan pembinaan yang diberikan kepada guru belum sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan guru.

Berkaitan dengan peningkatan kompetensi guru pada tahun 2018 ini pemerintah akan melakukan pemetaan kompetensi guru melalui uji kompetensi guru. Berdasarkan hasil uji kompetensi guru tersebut diharapkan dapat menunjukkan data peta kompetensi guru terletak pada grade yang mana sehingga dari data tersebut akan ditindaklanjuti peningkatan kompetensinya melalui modul-modul dan pelatihan-pelatihan yang sesuai.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) adalah adalah unit pelaksana teknis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan di bidang pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan yang mempunyai tugas melaksanakan pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan sesuai dengan bidangnya. Atas dasar kebutuhan peningkatan kompetensi guru tersebut maka pada tahun anggaran 2018 ini PPPPTK Pertanian melaksanakan revisi 10 Kelompok Kompetensi Modul Diklat PKB bagi Guru Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi.

Dalam modul ini difokuskan pada Modul Diklat PKB Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Kelompok Kompetensi B dengan judul “Keanekaragaman Hayati dan Sistem Klasifikasi” yang mengacu pendekatan High Order Thinking Skill (HOTS).

Adapun lingkup materi yang dibahas dalam Modul Diklat PKB Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Kelompok Kompetensi B yang difokuskan 3 topik kegiatan pembelajaran Tingkatan dalam Keanekaragaman Hayati, Keanekaragaman Hayati di Indonesia dan Sistem Klasifikasi



Modul ini diharapkan dapat mengobati kompetensi guru yang masih lemah dalam bidang tersebut sehingga jika pada kesempatan yang akan datang dilakukan uji kompetensi lagi diharapkan hasil nilai uji kompetensi guru dalam bidang ini dapat meningkat sesuai dengan yang ditargetkan oleh pemerintah.

B. Tujuan

Setelah menyelesaikan diklat ini peserta mampu:

1. Menjelaskan konsep keanekaragaman hayati, menganalisis tingkat keanekaragaman hayati mulai dari keanekaragaman tingkat gen, keanekaragaman tingkat jenis, dan keanekaragaman tingkat ekosistem, serta factor-faktor yang menghambat terjadinya keanekaragaman hayati.
2. Menganalisis penyebaran keanekaragaman hayati di Indonesia
3. Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan peserta diklat mampu mengklasifikasikan atau mengkategorikan tumbuhan dan hewan berdasarkan taksonominya

C. Peta Kompetensi

Peta kompetensi pada modul kompetensi keahlian 2 adalah sebagai berikut.

	Grade	Deskripsi
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI	GRADE 1	Ruang lingkup Biologi
		Keselamatan Kerja
	GRADE 2	Keanekaragaman Hayati
		Sistem Klasifikasi
	GRADE 3	Sel, Jaringan, dan Organ pada makhluk Hidup
	GRADE 4	Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan dan Tumbuhan
	GRADE 5	Enzim dan Peranannya dalam Proses Metabolisme
		Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan





	Grade	Deskripsi
	GRADE 6	Ekosistem, Komponen dan Interaksinya dalam Kehidupan
	GRADE 7	Virus dan Protista
		Bakteri
		Jamur
		Plantae
		Animalia
	GRADE 8	Pencemaran
		Pengelolaan Limbah
	GRADE 9	Genetika
		Evolusi
	GRADE 10	Aplikasi Bioteknologi dalam Berbagai Bidang

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi ini meliputi, 3 kegiatan pembelajaran Tingkatan dalam Keanekaragaman Hayati, Keanekaragaman Hayati di Indonesia dan Sistem Klasifikasi

E. Saran Cara penggunaan modul

1. Penjelasan bagi Peserta

- a. Bacalah modul ini secara berurutan dari Kata Pengantar sampai Daftar Cek Kemampuan pahami dengan benar isi dari setiap babnya.





- b. Setelah Anda mengisi Cek Kemampuan, apakah Anda termasuk kategori orang yang perlu mempelajari modul ini? Apabila Anda menjawab **YA**, maka pelajari modul ini.
- c. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi Anda berkembang sesuai standar.
- d. Lakukan kegiatan belajar untuk mendapatkan kompetensi sesuai dengan yang disetujui oleh Fasilitator.
- e. Setiap mempelajari satu sub kompetensi, Anda harus mulai dari memahami tujuan kegiatan pembelajarannya, menguasai pengetahuan pendukung (Uraian Materi), melaksanakan Tugas-tugas, dan mengerjakan soal latihan.
- f. Dalam mengerjakan soal latihan, Anda jangan melihat Kunci Jawaban soal terlebih dahulu, sebelum Anda menyelesaikan soal latihan.
- g. Laksanakan Lembar Kerja untuk pembentukan psikomotorik skills sampai Anda benar-benar terampil sesuai standar. Apabila Anda mengalami kesulitan dalam melaksanakan tugas ini, konsultasikan dengan fasilitator.
- h. Setelah Anda merasa benar-benar menguasai seluruh kegiatan belajar dalam modul ini, mintalah evaluasi dari fasilitator. Anda untuk dapat dinyatakan telah benar-benar menguasai kompetensi tersebut sehingga Anda mendapatkan sertifikat kompetensi.

2. Peran Fasilitator

- a. Membantu peserta dalam merencanakan proses belajar.
- b. Membimbing peserta melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
- c. Membantu peserta dalam memahami konsep dan praktek baru serta menjawab pertanyaan peserta mengenai proses pembelajaran.
- d. Membantu peserta untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.





Pendahuluan

- f. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.
- g. Melaksanakan penilaian.
- h. Menjelaskan kepada peserta mengenai bagian yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya.
- i. Mencatat pencapaian kemajuan peserta.





Kegiatan Pembelajaran 1.

Tingkatan Dalam Keanekaragaman Hayati

Berbagai Tingkat Keanekaragaman Hayati (Konsep Keanekaragaman Tingkat Gen, Jenis, dan Ekosistem).

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan peserta didik mampu menjelaskan konsep keanekaragaman hayati, menganalisis tingkat keanekaragaman hayati mulai dari keanekaragaman tingkat gen, keanekaragaman tingkat jenis, dan keanekaragaman tingkat ekosistem, serta factor-faktor yang menghambat terjadinya keanekaragaman hayati.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mampu mengidentifikasi keanekaragaman hayati mulai dari tingkat gen, jenis, sampai pada keanekaragaman hayati tingkat ekosistem
2. Mampu memberikan contoh keanekaragaman hayati pada tingkat gen, jenis, dan ekosistem
3. Mampu menganalisis factor-faktor penghambat terjadinya keanekaragaman hayati

C. Uraian Materi

1. Konsep Keanekaragaman Hayati

Istilah keanekaragaman menggambarkan keadaan bermacam-macam, yang dapat terjadi akibat adanya perbedaan dalam hal ukuran, bentuk, tekstur, ataupun jumlah. Sedangkan istilah hayati menunjukkan sesuatu yang hidup. Keanekaragaman hayati disebut juga “biodiversitas”.



Keanekaragaman ini terjadi akibat adanya perbedaan warna, ukuran, jumlah, bentuk, tekstur, penampilan dan sifat lainnya. Sedangkan keanekaragaman dari makhluk hidup dapat terlihat dari adanya perbedaan ciri antara makhluk hidup. Keanekaragaman hayati yang ada di dunia ini meliputi berbagai variasi bentuk, ukuran, jumlah (frekuensi), warna, dan sifat-sifat lain dari makhluk hidup.

Penyebab adanya keanekaragaman adalah:

- a. Faktor genetik (faktor keturunan), disebabkan oleh adanya gen yang memberikan sifat dasar atau bawaan dari organisme.
- b. Interaksi faktor genetik dan faktor lingkungan. interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan menyebabkan keanekaragaman.

2. Tingkat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman dapat terjadi pada seluruh organisasi kehidupan. Secara garis besar, keanekaragaman hayati terbagi menjadi tiga tingkat, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman spesies, dan keanekaragaman ekosistem.

a. Keanekaragaman Hayati pada Tingkat Gen

Keanekaragaman pada tingkatan gen merupakan keanekaragaman yang paling sederhana. Keanekaragaman ini dapat terlihat pada keanekaragaman genotip. Keanekaragaman ini menyebabkan munculnya variasi pada organisme sejenis sebagai akibat interaksi antar gen-gen di dalam genotipnya dengan lingkungan sehingga memunculkan fenomena yang berbeda sekalipun gen-gennya sama. Misalnya pada ciri bentuk rambut manusia. Ciri bentuk rambut manusia yang terlihat, yang dikenal dengan ciri fenotif ada yang lurus, ikal, dan bergelombang. Bentuk rambut tersebut ditentukan oleh genotif yang sama yaitu gen pembawa sifat bentuk rambut. Namun ternyata pada tingkat gen, terdapat pula keanekaragaman yang menyebabkan ekspresi gen secara fenotif berbeda. Contoh lain dapat dicermati pada beberapa gambar jeruk berikut.



Gambar 1. Berbagai macam varietas jeruk

Sumber: <https://www.google.co.id/imgres?imgurl=https://biohasanah.files.wordpress.com/2014/12/jeruk.png&imgrefurl=https://biohasanah.wordpress.com/2014/12/22/keanekaragaman-hayati-biodiversitas>

Munculnya berbagai macam varietas tersebut disebabkan adanya keanekaragaman gen yang mengatur ciri yang sama. Keanekaragaman tingkat gen dapat dipelajari pula pada pola-pola bentuk daun tumbuhan sejenis. Pada tumbuhan Dahlia memiliki bentuk daun yang berbeda-beda antara daun semasa kecambah, semasa muda, dan semasa dewasanya atau semasa akan menghasilkan bunga. Pada bagian-bagian bunga, sekalipun memiliki genotip sama pada kelopak, mahkota, benang sari, dan putiknya, kesemuanya memiliki bentuk yang berbeda-beda.

b. Keanekaragaman Hayati pada Tingkat Jenis

Jenis merupakan suatu organisme yang dapat dikenal dari bentuk atau penampilannya. Individu yang satu jenis mampu menghasilkan keturunan yang fertil tetapi tidak dapat melakukannya dengan jenis lain. Jenis itu terbentuk oleh kesesuaian kandungan genetik yang mengatur sifat-sifat kebakaan dengan lingkungan tempat hidupnya. Karena lingkungan tempat hidup jenis itu beranekaragam, jenis yang berkembang biak dan mampu bertahan hidup akan beranekaragam pula.

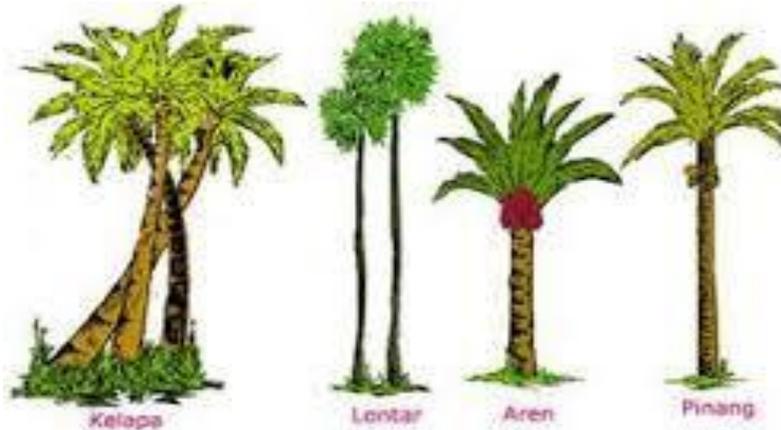
Menurut Desmukh (1992) keanekaragaman jenis adalah sebagai gabungan antara jumlah jenis dan jumlah individu masing-masing jenis dalam komunitas. Bahkan secara kuantitatif keanekaragaman jenis didefinisikan sebagai jumlah jenis yang ditemukan pada komunitas, sedang ukurannya disebut kekayaan jenis.





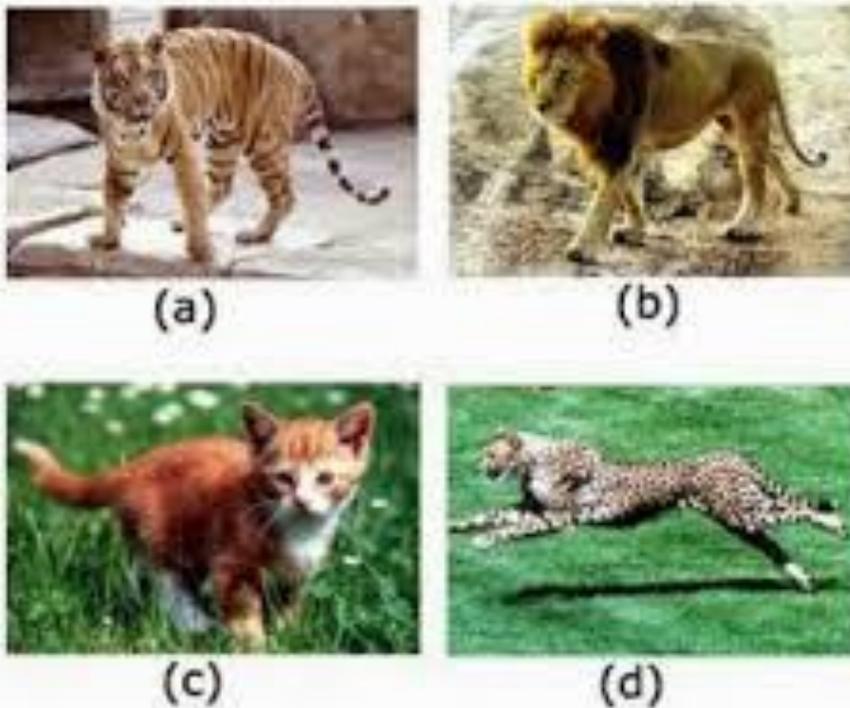
Contoh dari keanekaragaman hayati tingkat jenis atau spesies adalah adanya beragam jenis makhluk hidup di permukaan bumi.

- 1) kucing, harimau, singa
- 2) kelapa, aren, palem, lontar



Gambar 2. Famili Palmae

Sumber. <https://belajar.kemdikbud.go.id/SumberBelajar/tampilajar.php>



Gambar 3. Famili Felidae

Sumber. <http://www.pintarbiologi.com/2014/11/keanekaragaman-hayati-biodiversitas.html>





Keanekaragaman atau kekayaan jenis dapat diukur dengan berbagai cara, misalnya dengan indeks keanekaragaman. Indeks keanekaragaman dapat digunakan untuk menyatakan hubungan kelimpahan spesies dalam komunitas. Keanekaragaman ini terdiri dari dua komponen, yaitu Jumlah total spesies yang sering disebut dengan kekayaan spesies dan kesamaan spesies. Contohnya pada suatu komunitas terdiri dari 10 spesies, jika 90% adalah 1 spesies dan 10% adalah 9 jenis spesies yang tersebar, maka kesamaan disebut rendah. Sebaliknya jika masing-masing spesies jumlahnya 10%, maka disebut kesamaan maksimum.

Suatu tempat dikatakan memiliki keanekaragaman jenis tinggi bila memiliki kekayaan jenis yang merata, misalnya:

- 1) Suatu tempat terdapat 3 jenis burung dan satu jenis ular, dianggap secara taksonomi lebih beranekaragam dibanding dengan tempat lain yang mempunyai 4 jenis burung saja.
- 2) Suatu komunitas dengan 5 jenis burung yang berjumlah 300 individu, dengan jumlah rata-rata 60 ekor per jenis. Sedang pada komunitas lain terdapat 5 jenis burung dengan jumlah individu yang sama (300 ekor), tetapi rata-rata untuk keempat burung yang pertama hanya 15 ekor, sedang jenis burung sisanya 240 ekor. Dari contoh tersebut komunitas yang memiliki rata-rata 60 ekor per jenis burungnya dianggap lebih beranekaragam dibanding dengan komunitas yang memiliki jumlah jenis yang tidak merata.

c. Keanekaragaman Hayati pada Tingkat Ekosistem

Ekosistem berarti suatu kesatuan yang dibentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup (komponen biotik) dan lingkungannya (komponen abiotik). Keanekaragaman Hayati pada tingkat ekosistem terjadi karena adanya interaksi antara jenis makhluk hidup yang bervariasi dengan lingkungan yang beranekaragam. Ekosistem merupakan suatu satuan lingkungan, yang terdiri dari unsur-unsur biotik (jenis-jenis makhluk hidup), unsur-unsur abiotik yang berupa faktor-faktor fisik (iklim, air, tanah), dan kimia (keasaman, salinitas) yang saling berinteraksi satu sama lainnya.



Ekosistem terdiri atas perpaduan berbagai jenis makhluk hidup dengan berbagai macam kombinasi lingkungan fisik dan kimia yang beranekaragam, maka jika susunan komponen jenis dan susunan faktor fisik serta kimianya berbeda, ekosistem yang dihasilkan akan berbeda pula. Suatu tipe ekosistem tertentu akan terdiri dari kombinasi organisme dan unsur lingkungan yang khas, yang berbeda dengan susunan kombinasi ekosistem yang lain.

Keanekaragaman ekosistem terbentuk karena adanya interaksi antara jenis makhluk hidup yang bervariasi dengan lingkungan yang beranekaragam. Begitu juga variasi makhluk hidup terjadi karena beranekaragamnya faktor genetika yang dimiliki oleh setiap individu makhluk hidup. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman hayati menunjukkan totalitas variasi gen, jenis, dan ekosistem yang ditemukan di suatu daerah.

Secara garis besar, terdapat dua ekosistem utama, yaitu ekosistem daratan (ekosistem terrestrial) dan ekosistem perairan (ekosistem aquatic)

1) Ekosistem darat.

Ekosistem darat terbagi atas beberapa jenis ekosistem. Misalkan ekosistem padang rumput dan ekosistem hutan tropis.

a) Ekosistem Padang Rumput

Ekosistem padang rumput membentang mulai dari daerah tropis sampai dengan daerah beriklim sedang dengan curah hujan yang tidak teratur antara 250-500 mm tahun. Tanahnya tidak mampu menyimpan air karena tingkat porositas yang rendah dan system penyaluran yang kurang baik sehingga menyebabkan rumput tumbuh dengan subur. Beberapa jenis rumput ada yang mampu tumbuh sampai pada ketinggian 3,5 m dengan pohon khas padang rumput yaitu akasia.

Padang rumput di Afrika dikenal dengan istilah *savannah*, *rangeland* di Australia, *Steppe* di Eurasia, *Prairie* di Amerika Utara, *Cerrados* atau *pampas* di Amerika Selatan. Padang rumput terjadi secara alami, semi alami, atau dibuat/diolah.



Padang rumput yang diolah biasanya ditanami dan dirawat secara intensif, seperti padang rumput gandum di Eropa Barat. Padang rumput jenis ini hanya memiliki andil kecil bagi pemeliharaan keanekaragaman hayati. Sedangkan pada padang rumput semi alami, walaupun tidak ditamani tanaman khusus dan berkembang dengan sendirinya tetapi padang rumput jenis ini dapat berkembang sendiri karena biasa digunakan sebagai penggembalaan ternak domestic.

Padang rumput jenis ini cukup berpengaruh dalam pemeliharaan keanekaragaman hayati. Ekosistem padang rumput biasanya cocok untuk dijadikan lokasi peternakan.



Gambar 4. Ekosistem Padang Rumput

Fauna pada ekosistem ini meliputi kelompok hewan herbivore kecil, misalnya kupu-kupu, belalang, dan burung. Hewan herbivore besar misalnya bison, kuda liar (mustang), gajah, domba, biri-biri, dan kanguru. Kelompok karnifora adalah hewan pemangsa hewan lain misalnya singa, srigala, harimau, anjing liar, citah, ular, burung, dan beberapa jenis serangga buas.





Gambar 5. Fauna Herbivora di Ekosistem Padang Rumput

b) Ekosistem Sabana

Ekosistem sabana merupakan padang rumput yang diselingi dengan sebatang pohon atau berbagai jenis pohon yang bergerombol. Ekosistem sabana terdapat di wilayah beriklim sedang sampai tropis dengan curah hujan sekitar 90-150 mm/tahun.



Gambar 6. Ekosistem Sabana

Berdasarkan jenis tumbuhan yang menyusunnya, sabana terbagi menjadi dua jenis yaitu sabana murni (satu jenis tumbuhan) dan sabana campuran (berbagai jenis tumbuhan). Sebagian besar sabana didominasi oleh suku *Gramineae* dan terkadang dijumpai suku *Cyperaceae*.



Rumput yang mempunyai pertumbuhan dengan daun-daun kasar dan kaku akan cenderung bersifat dominan. Selain itu juga terdapat jenis *Pennisetum purpureum*, *Acacia isp*, suku *Leguminoceae* dan *Adansonia digitata*.

Hewan yang hidup di ekosistem ini adalah hewan-hewan yang bisa bertahan pada kondisi padang rumput seperti kuda, singa, bison, gajah, jerapah, zebra, domba, biri-biri, harimau, cheetah, serigala dan ular.

c) Ekosistem Hutan Hujan Tropis

Ekosistem Hutan Hujan Tropis merupakan ekosistem darat yang iklimnya paling stabil. Ekosistem ini terdapat di kawasan garis khatulistiwa di seluruh dunia seperti Asia Tengah termasuk Indonesia, Amerika Tengah dan Selatan, Afrika, serta Australia. Ekosistem hutan hujan tropis ini memiliki suhu rata-rata 25°C dan curah hujan yang tinggi tersebar sepanjang tahun antara 200-400 cm/tahun. Matahari bersinar sepanjang tahun sehingga perubahan suhu relative kecil dan tidak ada perubahan suhu antara siang dan malam.



Gambar 7. Ekosistem Hutan Hujan Tropis



Flora dan fauna yang tumbuh di ekosistem ini sangat beragam. Terdapat banyak species pohon yang bisa mencapai ketinggian 20-40 meter, dengan cabang dan daun yang lebat, sehingga membentuk tudung atau kanopi. Akibatnya terjadi perubahan iklim mikro dari daerah tudung hingga daerah dasar hutan. Daerah tudung atau kanopi, hidup tumbuhan epifit, misalnya: anggrek, kaktus, yang melakukan preadaptasi dengan lingkungan kering. Daerah ini hanya mendapatkan air langsung dari curah hujan, sehingga daerah ini menjadi kering, variasi suhu siang dan malam cukup tinggi.

Daerah tengah hutan, intensitas cahaya matahari sangat sedikit, mendapatkan air dari penguapan air tanah, vegetasi yang hidup di daerah ini adalah gramineae dan paku-pakuan. Untuk daerah dasar hutan, tidak pernah mendapatkan sinar matahari sepanjang hari, tidak pernah mendapatkan curah hujan secara langsung, suhu relatif stabil berkisar sekitar 25°C sehingga perbedaan suhu siang dan malam sangat rendah. Daerah pinggir hutan, sinar matahari bisa mencapai dasar hutan, sehingga memungkinkan berkembangnya berbagai vegetasi khas, misal : liana dan epifit. Liana adalah tumbuhan yang memanjat contohnya rotan, sedangkan epifit adalah tumbuhan yang menempel dan tidak merugikan tumbuhan yang ditemelinya, misalnya anggrek.



Gambar 8. Jenis Flora di Hutan Hujan Tropis



Fauna pada daerah hujan tropis juga sangat bervariasi. Di daerah tudung yang cukup sinar matahari, pada siang hari hidup hewan yang bersifat diurnal, yaitu hewan yang melakukan aktivitasnya pada siang hari, contohnya : burung, belalang dan lain-lainnya. Di daerah bawah kanopi dan daerah dasar hutan, hidup hewan-hewan nokturnal, yaitu hewan yang melakukan aktivitasnya pada malam hari, contohnya burung hantu, kera, babi hutan, kucing hutan, tupai, macan tutul, dan jaguar.



Gambar 9. Bekantan Fauna Khas Hutan di Kalimantan

d) Ekosistem Tundra

Tundra memiliki arti daratan tanpa pohon. Ekosistem ini memiliki curah hujan yang sangat rendah sehingga hutan tidak dapat berkembang di daerah ini. Pada musim dingin, air dalam tanah dingin dan membeku sehingga tumbuhan tidak dapat tumbuh besar. Ekosistem ini hanya sedikit memperoleh sinar matahari, pada musim dingin gelap terus menerus selama 9 bulan. Pada musim panas selama 3 bulan, vegetasi mengalami pertumbuhan terutama Lichenes dan Sphagnum.





Gambar 10. Ekosistem Tundra

Tumbuhan yang hidup pada ekosistem ini merupakan tumbuhan yang mampu beradaptasi dengan keadaan yang dingin. Tumbuhan yang dominan di ekosistem tundra adalah rumput alang-alang, lumut daun, sphagnum, liken, tumbuhan biji semusim dan tumbuhan kayu yang pendek.



Gambar 11. Flora Ekosistem Tundra

Hewan yang hidup pada ekosistem tundra merupakan hewan berdarah panas. Hewan ini ada yang menetap dan ada yang datang pada musim panas. Hewan yang menetap memiliki rambut atau bulu yang tebal, contohnya muscox, rusa kutub (reindeer), beruang kutub, serigala serta insekta terutama nyamuk dan lalat hitam. Selain itu juga terdapat burung-burung yang bermigrasi ketika musim-musim tertentu.



Gambar 12. Fauna di Ekosistem Tundra



Gambar 13. Mamalia Berbulu Lebat di Ekosistem Tundra

e) Ekosistem Taiga

Ekosistem taiga dikenal sebagai hutan konifer yang merupakan ekosistem terluas di bumi. Ekosistem taiga terdapat di daerah yang beriklim sedang dan di belahan bumi sebelah utara serta di pegunungan daerah tropik seperti di Amerika bagian utara dan selatan, Eropa bagian barat dan Asia bagian timur.

Ekosistem taiga memiliki musim dingin yang panjang dan musim dingin yang pendek sehingga pertumbuhan tanaman hanya terjadi di musim panas yang berlangsung sekitar 3-6 bulan. Ekosistem ini memiliki curah hujan 35-40 cm/tahun dengan penguapan yang rendah sehingga tanah bersifat asam.





Gambar 14. Ekosistem Taiga

Pohon yang ada di hutan konifer ini berbentuk seperti jarum dan juga mempunyai zat lilin yang membuatnya tahan terhadap kekeringan. Tumbuhan konifer itu seperti alder, birch, juniper dan spruce.



Gambar 15. Tumbuhan di Ekosistem Taiga (Alder, Juniper, dan Spruce)

Hewan yang hidup di ekosistem ini di antaranya adalah rusa, beruang hitam, salamander, tupai, kelinci dan serangga serta burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur dan berhibernasi saat musim dingin datang. Hewan – hewan yang hidup di daerah Taiga biasanya terletak di daerah selatan tundra yaitu di daerah yang beriklim sedang dengan kutub. Sehingga daerah ini disebut dengan hutan boreal atau hutan berawa.



Gambar 16. Fauna di Ekosistem Taiga

2) Ekosistem Air Tawar

Ekosistem air tawar memiliki ciri-ciri antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, salinitas rendah bahkan tidak ada. Tumbuhan yang umumnya dijumpai adalah ganggang atau alga. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar umumnya telah beradaptasi.

Ekosistem air tawar dikelompokkan menjadi air tenang (*lotic water*) dan air mengalir (*lentic water*). Perairan lotik dicirikan adanya arus yang terus menerus dengan kecepatan bervariasi sehingga perpindahan massa air berlangsung terus-menerus, contohnya antara lain: sungai, kali, kanal, parit, dan lain-lain. Perairan lentik disebut juga perairan tenang yaitu perairan dimana aliran air lambat atau bahkan tidak ada dan massa air terakumulasi dalam periode waktu yang lama.

Danau, waduk dan rawa termasuk ekosistem air tenang, sedangkan sungai termasuk ekosistem air mengalir. Berikut adalah penjelasan untuk setiap jenis ekosistem tersebut.

a) Danau (Ekosistem alami)

Danau merupakan suatu badan air yang menggenang pada wilayah cekungan dengan luas beberapa meter persegi hingga ratusan meter persegi. Kondisi tiap danau berbeda tergantung dari kedalamannya. Perbedaan kedalaman tersebut yang menyebabkan perbedaan komunitas tumbuhan dan hewan.



Berdasarkan hal tersebut, danau dibagi menjadi 4 daerah, yaitu:

a) Daerah litoral

Daerah ini merupakan daerah dangkal. Cahaya matahari menembus dengan optimal sehingga air yang hangat berdekatan dengan tepi. Tumbuhannya merupakan tumbuhan air yang berakar dan daunnya ada yang mencuat ke atas permukaan air. Komunitas organisme sangat beragam termasuk jenis-jenis ganggang yang melekat (khususnya diatom), berbagai siput dan remis, serangga, krustacea, ikan, amfibi, reptilia air dan semi air seperti kura-kura dan ular, itik dan angsa, dan beberapa mamalia yang sering mencari makan di danau.

b) Daerah Limfetik

Daerah ini merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari. Daerah ini dihuni oleh berbagai fitoplankton, termasuk ganggang dan sianobakteri. Ganggang berfotosintesis dan bereproduksi dengan kecepatan tinggi selama musim panas dan musim semi. Zooplankton yang sebagian besar termasuk Rotifera dan udang-udangan kecil memangsa fitoplankton. Zooplankton dimakan oleh ikan-ikan kecil. Ikan kecil dimangsa oleh ikan yang lebih besar, kemudian ikan besar dimangsa ular, kura-kura, dan burung pemakan ikan.

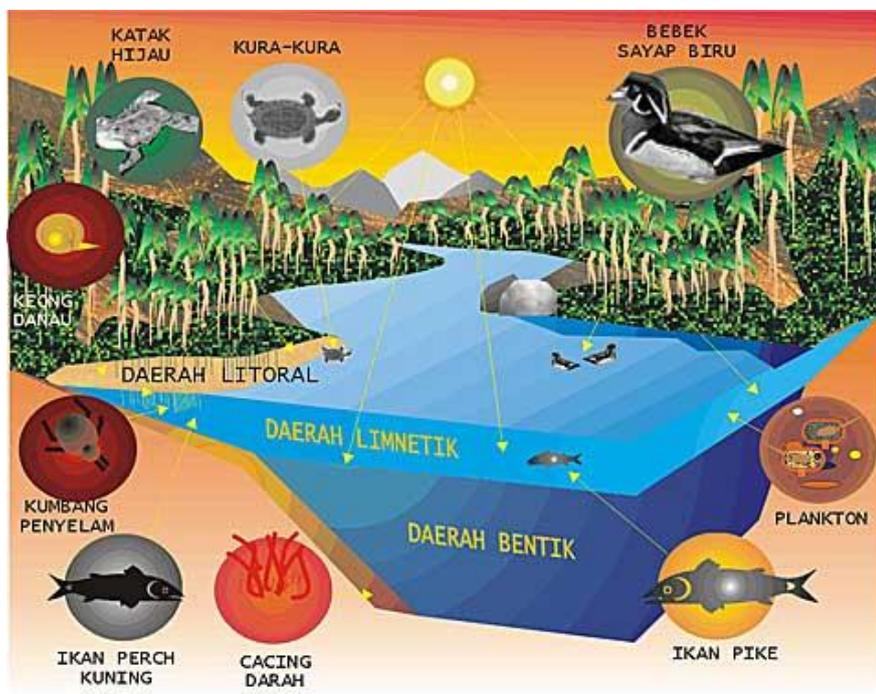
c) Daerah Profundal

Daerah ini merupakan daerah yang dalam, yaitu daerah yang tidak tertembus cahaya matahari. Mikroba dan organisme lain menggunakan oksigen untuk respirasi seluler setelah mendekomposisi detritus yang jatuh dari daerah limfetik. Daerah ini dihuni oleh cacing dan sejumlah mikroba.



d) Daerah Bentik

Daerah ini merupakan daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.



Gambar 17. Pembagian Zonasi Danau

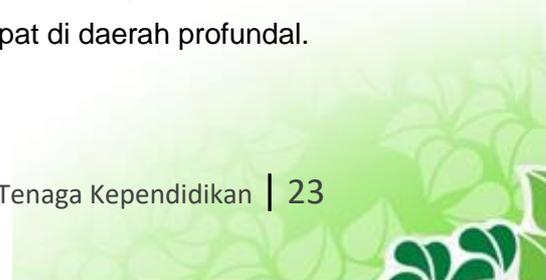
Danau juga dapat dikelompokkan berdasarkan produksi materi organiknya, yaitu sebagai berikut :

a. Danau Oligotropik

Oligotropik merupakan sebutan untuk danau yang dalam dan kekurangan makanan, karena fitoplankton di daerah limnetic tidak produktif. Ciri-cirinya, airnya jernih sekali, dihuni oleh sedikit organisme, dan di dasar air banyak terdapat oksigen sepanjang tahun.

b. Danau Eutropik

Eutropik merupakan sebutan untuk danau yang dangkal dan kaya akan kandungan makanan, karena fitoplankton sangat produktif. Ciri-cirinya adalah airnya keruh, terdapat bermacam-macam organisme, dan oksigen terdapat di daerah profundal.



Danau oligotrofik dapat berkembang menjadi danau eutrofik akibat adanya materi-materi organik yang masuk dan endapan. Perubahan ini juga dapat dipercepat oleh aktivitas manusia, misalnya dari sisa-sisa pupuk buatan pertanian dan timbunan sampah kota yang memperkaya danau dengan buangan sejumlah nitrogen dan fosfor. Akibatnya terjadi peledakan populasi ganggang atau *blooming*, sehingga terjadi produksi detritus yang berlebihan yang akhirnya menghabiskan suplai oksigen di danau tersebut. Kondisi danau seperti ini disebut "*eutrofikasi*". Eutrofikasi membuat air tidak dapat digunakan lagi dan mengurangi nilai keindahan danau.

b) Waduk (Ekosistem buatan)

Waduk merupakan perairan menggenang akibat pembendungan secara sengaja beberapa sungai untuk kepentingan tertentu.

Waduk merupakan ekosistem buatan manusia sehingga memiliki keanekaragaman hayati yang rendah. Hewan dan tumbuhan yang ada didalamnya lebih banyak didominasi oleh kepentingan manusia. Sebagian besar waduk di Indonesia didominasi oleh ikan air tawar yang dipelihara nelayan di lokasi keramba jarring apung.



Gambar 18. Waduk Cirata



c) Rawa (ekosistem alami)

Rawa (*wetland*) merupakan sebutan untuk semua daerah yang tergenang air, yang penggenangannya dapat bersifat musiman atau pun permanen dan ditumbuhi oleh tumbuhan (vegetasi). Genangan air dapat berasal dari hujan atau luapan air sungai pada saat pasang (Adawiyah, 2010).

Pada musim hujan lahan tergenang sampai satu meter, tetapi pada musim kemarau menjadi kering, bahkan sebagian muka air tanah turun mencapai jeluk (depth) > 50 cm dari permukaan tanah.(Noor, 2004).

Ekosistem rawa dibagi menjadi tiga yaitu : tawar, asin, dan payau. Rawa air tawar merupakan ekosistem dengan habitatnya yang sering digenangi air tawar yang kaya mineral dengan pH sekitar 6. Kondisi air tidak selalu tetap, adakalanya naik atau adakalanya turun, bahkan suatu ketika dapat pula mengering (Irwan, 2007). (tambahkan lokasi rawa di Indonesia).

d) Sungai

Tidak seperti danau yang relatif diam, air sungai mengalir, sehingga tidak mendukung keberadaan komunitas plankton untuk berdiam diri. Namun demikian, terjadi pula fotosintesis dari ganggang yang melekat dan tanaman berakar, sehingga dapat mendukung rantai makanan.

Ekosistem sungai banyak mengalami gangguan karena pembangunan waduk atau bendungan. Waduk dapat memutus jalan bagi sejumlah ikan yang biasa bergerak dari hilir ke hulu untuk bertelur. Akibatnya, sejumlah spesies ikan hilang dari aliran sungai tersebut. Contoh di daerah tropis seperti Indonesia adalah ikan pelus dan ikan sidat. Ikan pelus hidup di dekat hulu sungai, tetapi bertelur di laut. Karena jalannya terputus, maka aktivitas perkembangbiakannya terganggu.



3) Ekosistem air laut

Ekosistem laut atau disebut juga ekosistem bahari merupakan ekosistem yang terdapat di perairan laut, terdiri atas ekosistem perairan dalam, ekosistem pantai pasir dangkal/bitarol, dan ekosistem pasang surut. Ekosistem air laut memiliki ciri-ciri umum sebagai berikut:

- a) Memiliki salinitas tinggi, semakin mendekati khatulistiwa semakin tinggi.
- b) NaCl mendominasi mineral ekosistem laut hingga mencapai 75%.
- c) Iklim dan cuaca tidak terlalu berpengaruh pada ekosistem laut.
- d) Memiliki variasi perbedaan suhu di permukaan dengan di kedalaman.

Secara keseluruhan, ekosistem air laut dibedakan atas lautan, pantai, estuaria, dan terumbu karang.

a) Lautan/air laut

Sebagian besar permukaan bumi merupakan lautan. Air laut memiliki kadar garam yang tinggi dengan suhu laut bervariasi. Di daerah tropic, suhu air laut dapat mencapai 25°C dan antara suhu bagian permukaan dengan bagian bawah laut berbeda cukup besar. Batas antara lapisan air yang hangat di bagian atas dan yang dingin dibagian bawah dinamakan termoklin.

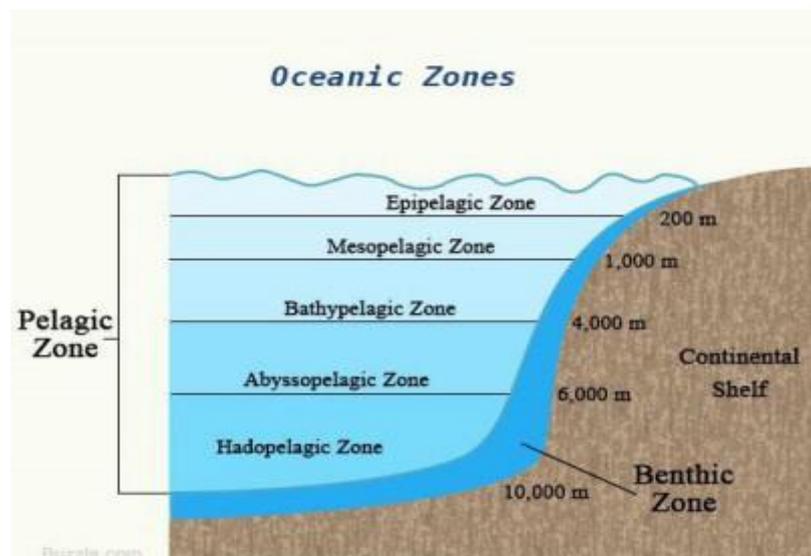
Berdasarkan kedalamannya, ekosistem air laut dapat dibedakan menjadi:

- Wilayah pasang (littoral)
Wilayah pasang merupakan bagian dari laut yang dasarnya kering ketika terjadi surut. Ikan tidak bisa hidup pada wilayah ini, tetapi beberapa jenis binatang dapat dijumpai pada wilayah ini.
- Wilayah Laut dangkal (neritic)
Sesuai dengan namanya, wilayah ini relatif dangkal sehingga masih dimungkinkan sinar matahari masuk sampai ke dasar laut.



Indonesia memiliki wilayah laut dangkal yang cukup luas seperti landas kontinen sunda (Laut Jawa, Laut Natuna, Riau Kepulauan, Selat Malaka) dan landas kontinen sahur (Laut Arafuru). Wilayah-wilayah tersebut tentunya menyimpan kekayaan berupa flora dan fauna. Ciri-ciri wilayah ini adalah: paling dalam mencapai 150 meter, sinar matahari masih tembus sampai ke dasar laut, dan paling banyak dihuni oleh binatang dan tumbuhan laut.

- Wilayah Lautan Dalam (bathyal)
Wilayah ini berada pada kedalaman antara 150 – 800 meter. Sinar matahari tidak mampu menembus sampai ke dasar laut seperti pada wilayah laut dangkal. Dengan demikian jumlah dan jenis binatang yang hidup pada wilayah ini lebih sedikit dibanding wilayah laut dangkal.
- Wilayah Lautan Sangat Dalam (abyssal)
Wilayah ini berada pada kedalaman di atas 1800 meter. Dengan kedalaman tersebut, tumbuhan tidak mampu lagi bertahan karena tidak ada sinar matahari. Karena itu jumlah dan jenis hewan pun terbatas, kecuali hewan yang telah beradaptasi dengan lingkungan tersebut.



Gambar 19. Zonasi Laut

Sumber. <http://budisma.net/2014/12/perbedaan-zona-bentik-dan-pelagik.html>



b) Terumbu Karang

Fauna karang adalah pembentuk utama ekosistem terumbu karang. Dalam istilah “terumbu karang”, karang yang dimaksud adalah koral yaitu sekret yang dihasilkan oleh sekelompok fauna dari kelas Anthozoa.

Terumbu karang merupakan sebuah tipe ekosistem yang khas tropis. Ekosistem ini dapat dijumpai pada laut di daerah tropis yang airnya jernih sehingga cahaya matahari dapat menembus air dan memungkinkan terjadinya fotosintesis.

Hewan pada karang atau koral mensekresikan kalsium karbonat dan rangka dari kalsium karbonat memiliki bentuk yang unik dan bermacam-macam. Selain menjadi habitat bagi banyak organisme, terumbu karang memiliki banyak fungsi lainnya. Kekuatan ombak menjadi berkurang dengan adanya terumbu karang, sehingga pantai relatif aman dari kerusakan.



Gambar 20. Terumbu Karang di Indonesia

Terumbu karang dibedakan kedalam tiga tipe berdasarkan pembentukannya secara sekuensial, antara lain:

- terumbu karang tepi (*fringing reef*)
Terumbu karang tepi merupakan jenis karang yang terbentuk dari pinggiran pantai suatu pulau. Umumnya berada di daerah tropis sampai subtropics. Karang tepi terbesar terdapat pada Laut Merah sepanjang 4000 km.

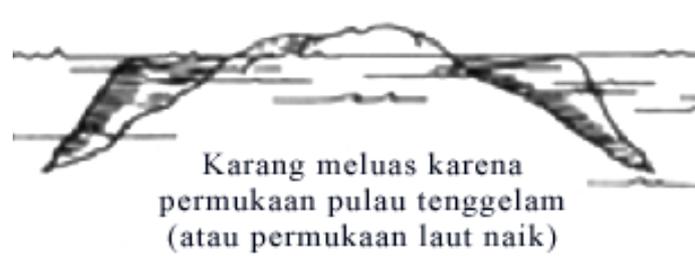


Gambar 21. Terumbu Karang Tepi

Sumber. <http://geoenviron.blogspot.co.id/2015/04/terumbu-karang-atol.html>

- terumbu karang penghalang (*barrier reef*)
Terumbu karang penghalang merupakan formasi terumbu karang yang terpisah dari pantai. Pada pinggir suatu pulau, terdapat karang tepi yang diikuti oleh laut. Pada jarak yang bervariasi terdapat formasi terumbu karang. Pada bagian luar ialah laut lepas. Perairan antara kedua terumbu karang sering berupa laguna yang dangkal. Terumbu karang paling luar melindungi pulau dari serangan ombak.



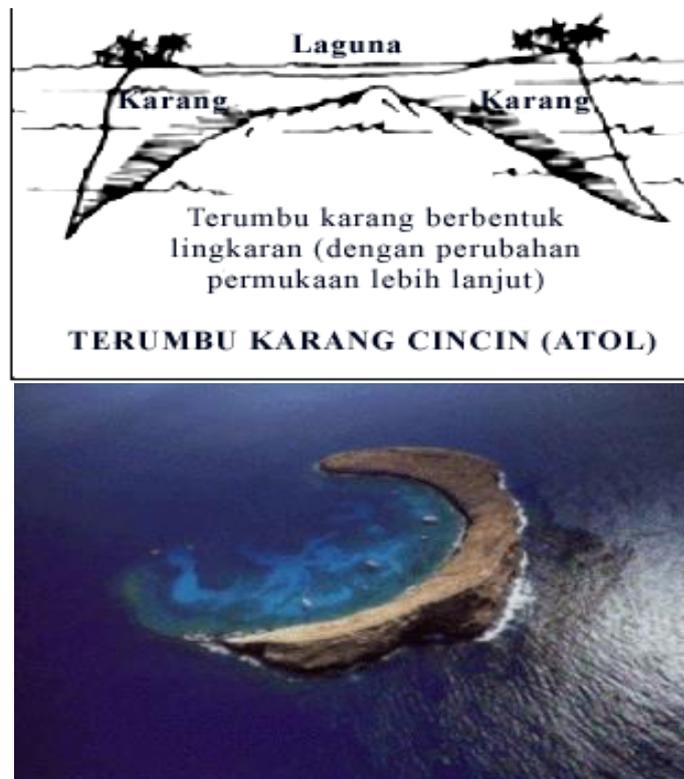


TERUMBU KARANG PENGHALANG



Gambar 22. Terumbu Karang Penghalang
Sumber. <http://geoenviron.blogspot.co.id/2015/04/terumbu-karang-atol.html>

- Atoll
Atol ialah jenis terumbu karang yang terbentuk dari daratan gunung vulkanik. Ketika gunung vulkanik menjadi daratan, karang tepi menjadi penghalang. Selanjutnya ketika daratan vulkanik tenggelam, terumbu karang ditempat tersebut menjadi atol. Atol umumnya berbentuk melingkar seperti cincin sehingga sering disebut terumbu karang cincin.



Gambar 23. Terumbu Karang Cincin (Atol)

Sumber. <http://geoenviron.blogspot.co.id/2015/04/terumbu-karang-atol.html>

Terumbu karang merupakan ekosistem yang subur dan kaya akan makanan, struktur fisiknya yang rumit, bercabang-cabang, bergua-gua, dan berlorong-lorong membuat ekosistem ini habitat yang menarik bagi banyak jenis biota laut. Oleh sebab itu penghuni terumbu karang sangat beraneka ragam, baik yang berupa tumbuh-tumbuhan maupun fauna, berikut adalah fauna yang berada di terumbu karang.

- **Coelenterata**

Fauna karang dari filum Coelenterata merupakan kelompok-kelompok utama dari dunia fauna yang sangat penting dalam ekologi terumbu karang. Filum Coelenterata itu dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu Hidrozoa, Anthozoa, Mesozoa.





Gambar 24. Anemon Laut yang merupakan habitat ikan nemo

- Crustacea
Crustacea atau dikenal dengan istilah udang-udangan merupakan kelompok filum Arthropoda yang hidup dalam terumbu karang. Mereka terdiri dari teritip, kepiting, udang, lobster dan udang karang. Banyak fauna Crustacea ini mempunyai hubungan khusus dengan fauna lain di terumbu karang.
- Molusca
Molusca berperan penting dalam ekosistem terumbu karang karena menyumbangkan cukup banyak zat kapur kepada ekosistem terumbu dan juga merupakan penyumbang penting terbentuknya pasir laut.
- Echinodermata
Echinodermata merupakan penghuni perairan dangkal dan umumnya terdapat di terumbu karang dan padang lamun. Bintang laut yang omnivora memakan apa saja mulai dari sepon, teritip, keong dan kerang. Bulu babi (*Diadema spp*) besar memakan alga pada daerah berpasir dan berbatu dan di mangsa oleh bintang laut dan ikan atau ditangkap oleh manusia. Teripang yang mendiami sebagian besar terumbu karang dan memakan alga dan detritus dasar.



Gambar 25. Bintang Laut dan Bulu Babi (Filum Echinodermata)

- Ikan Karang

Banyak ikan yang mempunyai daerah hidup di terumbu karang dan jarang dari ikan-ikan tersebut keluar daerahnya untuk mencari makanan dan tempat perlindungan. Batas wilayah ikan tersebut didasarkan pada pasokan makanan, keberadaan predator, daerah tempat hidup, dan daerah pemijahan.

Karang-karang bercabang menyediakan perlindungan bagi ikan-ikan kecil seperti damselfish (*Dascyllus aruanus*) yang memakan zooplankton fauna dan lari kembali untuk berlindung di karang tersebut



Gambar 26. Ikan Dacyllus Ekor Hitam di Terumbu Karang P. Mansiman





Gambar 27. Ikan Gobi “Sang Pelindung Karang”



Gambar 28. Ikan Nemo yang Bersimbiosis dengan Anemon

- Reptilia yang kadang ditemukan pada ekosistem terumbu karang hanya dua kelompok yaitu, ular laut dan penyu. Dua kelompok ini terancam punah. Ular ditangkap untuk kulitnya, dan penyu terutama untuk telur dan cangkang.



Gambar 29. Ular di Ekosistem Terumbu Karang



c) Mangrove

Ekosistem mangrove dapat dijumpai di daerah tropic dan subtropik. Ekosistem mangrove dapat berkembang dengan baik pada lingkungan sebagai berikut:

- Jenis tanahnya berlumpur, berlempung, atau berpasir dengan bahan-bahan yang berasal dari lumpur, pasir atau pecahan karang.
- Lahannya tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari maupun hanya tergenang pada saat pasang purnama.
- Menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat (sungai, mata air, atau air tanah) yang berfungsi untuk menurunkan salinitas, menambah pasokan unsur hara dan lumpur).
- Suhu udara dengan fluktuasi musiman tidak lebih dari 5°C
- Air payau dengan salinitas 2-22 ppt atau asin dengan salinitas mencapai 38 ppt.
- Arus laut tidak terlalu deras.
- Tempat-tempat yang terlindung dari angin kencang dan gempuran ombak yang kuat.
- Topografi pantai yang datar atau landai.

Komunitas flora yang menyusun ekosistem hutan mangrove, selanjutnya bisa dibedakan ke dalam tiga kategori yaitu elemen utama, yang selanjutnya disebut bakau sejati (true mangrove), elemen tambahan, dan mangrove associate.

Termasuk dalam kategori bakau sejati ialah semua jenis pohon halophyte yang saat ini di dunia tercatat sebanyak sekitar 70 spesies, berasal dari 27 genera, 20 family dan 9 ordo. Jumlah bakau sejati di Asia Tenggara konon mencapai 52 spesies, 48 spesies diantaranya ditemukan di Indonesia.





d) Padang Lamun

Padang lamun adalah ekosistem khas laut dangkal di perairan hangat dengan pasir dan didominasi tumbuhan lamun. Lamun merupakan tumbuhan berbunga (angiospermae) yang berbiji satu (monokotil) dan mempunyai akar rimpang, daun, bunga dan buah.

Lamun dapat ditemukan di seluruh dunia kecuali di daerah kutub. Lebih dari 52 jenis lamun yang telah ditemukan. Di Indonesia hanya terdapat 7 genus dan sekitar 15 jenis yang termasuk ke dalam 2 famili yaitu: Hydrocharitaceae (9 marga, 35 jenis) dan Potamogetonaceae (3 marga, 15 jenis).

Jenis yang membentuk komunitas padang lamun tunggal, antara lain: *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis*, *Cymodocea serulata*, dan *Thalassidendron ciliatum*. Dari beberapa jenis lamun, *Thalassidendron ciliatum* mempunyai sebaran yang terbatas, sedangkan *Halophila spinulosa* tercatat di daerah Riau, Anyer, Baluran, Irian Jaya, Belitung dan Lombok. Begitu pula *Halophila decipiens* baru ditemukan di Teluk Jakarta, Teluk Moti-Moti dan Kepulauan Aru (Den Hartog, 1970; Azkab, 1999; Bengen 2001).

Padang lamun terbentuk pada perairan laut dangkal (kurang dari 3 meter) namun dasarnya selalu tergenang dan biasanya dianggap sebagai bagian dari ekosistem mangrove. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan padang lamun antara lain:

- Perairan laut dangkal berlumpur dan mengandung pasir
- Kedalaman tidak lebih dari 10 meter agar cahaya masih dapat menembus dasar
- Suhu antara 20-30 derajat celcius
- Kadar garam antara 25-35/mil
- Kecepatan arus sekitar 0,5m/detik





Lamun mempunyai beberapa fungsi penting lainnya, yaitu

- Sebagai Produsen Primer; Lamun mempunyai tingkat produktifitas primer paling tinggi bila dibandingkan dengan ekosistem lainnya yang ada di laut dangkal seperti ekosistem terumbu karang (Kikuchi & Peres 1977).
- Sebagai Habitat Biota; Lamun menyediakan tempat bagi hewan-hewan laut untuk berkembangbiak, memijah, padang penggembalaan dan makanan bagi beberapa jenis ikan herbivora dan ikan karang. Lamun juga memberikan perlindungan dan tempat menempel untuk berbagai hewan dan tumbuh-tumbuhan laut. Lamun memberikan rumah bagi banyak biota laut(Kikuchi & Peres 1977).
- Sebagai Penangkap Sedimen; Daun lamun yang lebat mampu memperlambat kuat aliran arus air yang mengalir di laut sehingga perairan di sekitarnya menjadi tenang. Disamping itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Sehingga komposisi dari substrat tetap stabil dan terjamin. Padang lamun yang berfungsi sebagai penangkap sedimen dapat mencegah erosi (Kikuchi & Peres 1977).
- Sebagai Pendaur Zat Hara; Lamun memegang peranan penting dalam pendauran berbagai zat hara dan elemen-elemen yang langka di lingkungan laut. Khususnya zat-zat hara yang dibutuhkan oleh algae epifit. (Kikuchi & Peres 1977).





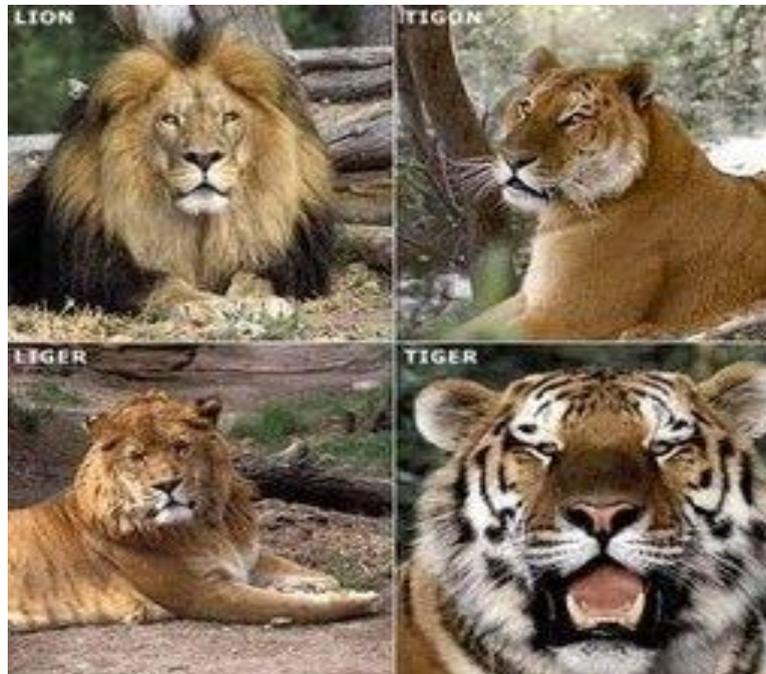
Gambar 30. Padang Lamun sebagai Habitat Berbagai Ikan dan Fauna Lainnya

- 4) Faktor Penyebab Penghambat/Gangguan Keanekaragaman Hayati
Faktor penyebab penghambat keanekaragaman tingkat jenis spesiasi merupakan proses terbentuknya jenis baru. Namun ada beberapa faktor yang menyebabkan terhambatnya spesiasi tersebut antara lain:
 - a) Isolasi Habitat: dua spesies yang hidup di area yang sama tetapi menempati habitat berbeda dan jarang bertemu satu sama lain. Contohnya di India, Singa (*Panthera leo*) yang hidup di padang rumput terbuka sedangkan harimau (*Panthera tigris*) hidup di hutan. Akibatnya keduanya tidak pernah mengalami hibridisasi. Namun di kebun hewan, kedua jenis ini sengaja dikawinkan sehingga muncul jenis baru yang disebut liger.





Liger merupakan perkawinan antara singa jantan dan harimau betina. Sementara hasil dari perkawinan harimau jantan dan singa betina disebut tigon.



Gambar 31. Hasil Hibridisasi antara Singa dan Harimau

Liger dapat berenang seperti karakteristik yang dimiliki oleh harimau dan dapat bersosialisasi seperti singa. Liger hanya dapat bertahan di lingkungan tertentu karena habitat induknya tidak berada di alam liar. Dalam sejarah, ketika Singa Asia mengalami musim *offspring*, wilayah dari singa dan harimau saling tumpang tindih. Liger biasanya tumbuh lebih besar daripada induknya, tidak seperti tigon yang cenderung seperti harimau betina.

- b) Isolasi Tingkah Laku ; isolasi tingkah merupakan salah satu factor yang menghambat terjadinya keragaman jenis. Contohnya burung Sula Nebouxi yang unjuk tarian untuk menarik pasangannya. Tingkah laku seperti ini efektif untuk menarik pasangan yang berasal dari satu jenis, namun tidak efektif untuk menarik pasangan lainnya.





- c) Isolasi waktu ; isolasi waktu ini terjadi pada saat dua spesies kawin pada saat yang berbeda (hari/musim). Contohnya pada penyerbukan *Solidago verna* pada bulan Mei sd Juli sementara *Solidago rugosa* terjadi pada bulan September sd Oktober. Isolasi waktu juga terjadi pada hewan sigung bertutul. Sigung bertutul dari timur dan sigung bertutul dari barat memiliki musim kawin yang berbeda. Sigung timur memasuki musim kawin pada akhir musim dingin sementara sigung barat memasuki musim kawin pada akhir musim panas.

- d) Isolasi mekanik ; Isolasi mekanik ini terjadi pada spesies yang memiliki kekerabatan dekat tetapi tidak bisa kawin karena secara anatomi atau fisik tidak memiliki kecocokan. Contohnya tumbuhan yang memiliki serangga penyerbuk spesifik, misalnya *Mimulus cardinalis* dibantu oleh burung kolibri pada saat penyerbukan dan *Mimulus lewisii* penyerbukannya dibantu oleh lebah.

- e) Isolasi gamet; Isolasi gamet terjadi pada gamet dari suatu organisme yang harus mengenal satu sama lain. Contohnya fertilisasi pada bulu babi (*Strongylocentrotus franciscanus*) terjadi diluar tubuh membentuk zigot. Gamet dari jenis berbeda (merah dan ungu) tidak dapat melebur karena adanya tanda kimiawi antara sperma dan telur bulu babi sehingga sperma dapat mengenali sel telur yang tepat.





D. Aktivitas Pembelajaran

1. Peserta dibagi menjadi beberapa kelompok / satu kelompok 4 orang
2. Peserta diminta mencari informasi tentang keanekaragaman tingkat Gen dari setiap kelompok dengan tema yang berbeda
3. Selanjutnya peserta mendiskusikan tentang keanekaragaman tingkat Gen
4. Selanjutnya peserta melakukan praktikum secara berkelompok dengan tema :

a). Mengamati Keanekaragaman Tingkat Gen

- 1) Tujuan: Untuk mengetahui adanya variasi morfologi pada buah jeruk
- 2) Alat dan Bahan : Berbagai buah jeruk
- 3) Cara kerja
 - a) Amatilah ciri-ciri masing-masing buah jeruk. Ciri-ciri yang harus diamati adalah warna kulit, bentuk buah, ukuran buah, warna daging buah dan ukuran biji
 - b) Lakukan pengulangan untuk kegiatan pengamatan tersebut
 - c) Tuliskan hasil pengamatan Anda kedalam tabel berikut

TABEL HASIL PENGAMATAN....

No	Ciri-Ciri	Jeruk		
		Jeruk 1	Jeruk 2	Jeruk 3





- 4) Bahan Diskusi
 - a) Apa yang menyebabkan adanya keanekaragaman pada buah jeruk
 - b) Contoh lain selain buah jeruk yang memiliki keanekaragaman yang sama
 - c) Buatlah laporan hasil praktik dan presentasikan di depan kelas agar mendapat masukan dari kelompok lain (secara kolaborasi)
 - d) Hasil akhir dikumpulkan kepada fasilitator sebagai bahan penilaian portofolio

Selanjutnya lakukan praktik yang ke 2 :

b. Mengamati Keanekaragaman Tingkat Jenis (Spesies)

- 1) Tujuan: Untuk mengetahui adanya keanekaragaman jenis pada buah jeruk
- 2) Alat
 - a) Pisau/ silet
 - b) Penggaris
 - c) Lup
- 3) Bahan
 - a) Macam- macam buah jeruk (jeruk nipis, jeruk baby, jeruk buah.
 - b) Macam- macam biji kacang panjang dari berbagai varietas.
 - c) Macam- macam biji kacang- kacangan (Leguminoceae), meliputi biji kacang hijau, biji kacang tanah, biji kacang merah dan biji kacang- kacang yang lain.
 - d) Gambar atau foto 3 macam ekosistem
- 4) Cara kerja :
 - a) Amati dan identifikasi macam – macam variasi buah dan biji berdasarkan sifat atau ciri – ciri yang dapat diamati, variasi ukuran, variasi tekstur permukaan specimen dengan menggunakan indra atau alat bantu yang sesuai.





- b) Identifikasi persamaan dan perbedaan ciri/ sifat pada specimen tersebut.
- c) Catatlah persamaan dan perbedaan ciri/ sifat ke dalam tabel pengamatan
- d) Amati keseragaman ciri/ sifat yang ada pada berbagai specimen

Tabel Hasil Pengamatan.

Bahan	No.	Warna	Aroma	Bentuk Buah	Ukuran	Tekstur Kulit Buah
Berbagai buah jeruk						
Biji kacang berbagai jenis						
Biji kacang panjang dalam berbagai varietas						

*bahan bisa diganti dengan jenis-jenis lainnya

- 5) Berdasarkan hasil pengamatan , lakukan analisis dan buatlah kesimpulan tentang percobaan tersebut .





E. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat.

1. Keanekaragaman yang menunjukkan seluruh variasi yang terjadi antar spesies yang masih dalam satu familia adalah

 - a. Keanekaragaman hayati
 - b. Keanekaragaman genetic
 - c. Keanekaragaman tingkat gen
 - d. Keanekaragaman tingkat jenis
 - e. Keanekaragaman ekosistem

2. Varietas C-4, menatik, dan rojolele merupakan merupakan contoh keanekaragaman tingkat

 - a. Jenis
 - b. Spesies
 - c. Genetik
 - d. Ekosistem
 - e. Lingkungan

3. Hutan hujan tropis, hutan lindung merupakan salah satu bentuk keanekaragaman

 - a. Jenis
 - b. Ekosistem
 - c. Populasi
 - d. Komunitas
 - e. Gen

4. Keanekaragaman hayati timbul karena dipengaruhi faktor

 - a. Dari alam
 - b. Adaptasi yang dilakukan makhluk hidup
 - c. Lingkungan
 - d. Lingkungan dan gen
 - e. Makanan





5. Perbedaan yang ditemukan di antara 1 jenis ayam dalam satu kandang merupakan ...
 - a. Evolusi
 - b. Adaptasi
 - c. Variasi
 - d. Keberagaman
 - e. Adaptasi dan variasi

6. Di antara individu sejenis tidak pernah ditemukan yang sama persis untuk semua sifat. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan ...
 - a. Lingkungan
 - b. Induknya
 - c. Jenisnya
 - d. lingkungan dan gen
 - e. gen dan plasma nutfah

7. Hutan bakau di Kalimantan, hutan hujan tropis di Jawa Barat, dan Savanna di Papua merupakan contoh keekaragaman hayati tingkat ...
 - a. Genetic
 - b. Spesies
 - c. Ekosistem
 - d. Populasi
 - e. Individu

8. Dua makhluk hidup menempati daerah yang sama dapat disebut spesies apabila ...
 - a. habitat dan warna rambutnya sama
 - b. warna dan bentuk rambutnya sama
 - c. jenis makanan dan cara makannya sama
 - d. cara reproduksi dan jumlah anaknya sama
 - e. dalam perkawinan menghasilkan turunan fertil





F. Rangkuman

Keanekaragaman hayati disebut juga “biodiversitas. Keanekaragaman ini terjadi akibat adanya perbedaan warna, ukuran, jumlah, bentuk, tekstur, penampilan dan sifat lainnya. Sedangkan keanekaragaman dari makhluk hidup dapat terlihat dengan adanya persamaan ciri antara makhluk hidup.

Penyebab adanya keanekaragaman adalah:

1. Faktor genetik (faktor keturunan), disebabkan oleh adanya gen yang memberikan sifat dasar atau bawaan dari organisme.
2. Faktor lingkungan, interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan menyebabkan keanekaragaman.

Secara garis besar, keanekaragaman hayati terbagi menjadi tiga tingkat, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman spesies, dan keanekaragaman ekosistem.

Spesiasi merupakan proses terbentuknya jenis baru karena

1. Populasi terisolasi
2. Isolasi reproduksi populasi
3. Populasi terisolasi berkembang secara independen





KASUS :

Kebun binatang ragunan memiliki banyak macam binatangnya , mulai dari kelompok picsec, amfibi, reptil, aves dan mamalia . Bagaimana anda akan melakukan pengelompokan keanekaragaman tersebut. Buatlah langkah-langkahnya dan,

Termasuk keanekaragaman tingkat Gen, Jenis atau ekosistem.

Buatlah laporanya dan presentasikan di depan kelas , agar mendapat masukan dari kelompok lain, dan hasil akhir dikumpulkan sebgai bahan penilaian portofolio



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan, apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan tingkatan keanekaragaman hayati secara tepat		
2	Dapat menjelaskan keanekragaman hayati pada tingkat gen		
3	Dapat menjelaskan keanekragaman hayati pada tingkat jenis		
4	Dapat menjelaskan keanekragaman hayati pada tingkat ekosistem		
5	Dapat menganalisis factor-faktor penyebab terhambatnya keanekaragaman hayati		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secar keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul/pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut.



Kegiatan Pembelajaran 2.

Keanakeragaman Hayati di Indonesia

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan peserta diklat mampu menganalisis penyebaran keanekaragaman hayati di Indonesia.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mampu mengidentifikasi penyebaran flora dan fauna di Indonesia
2. Mampu menganalisis kegiatan-kegiatan manusia yang menunjang dan menghambat penyebaran keanekaragaman hayati di Indonesia

C. Uraian Materi

1. Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Indonesia sebagai Negara dengan keanekaragaman hayati nomor 2 tertinggi di dunia dikenal memiliki keanekaragaman flora, fauna, dan berbagai kekayaan alam lainnya yang membentang luas dari Sabang sampai Merauke. Keanekaragaman flora dan fauna tersebut tidak terlepas dari dukungan kondisi di Indonesia.

Dukungan kondisi suatu wilayah terhadap keberadaan flora dan fauna berupa factor-faktor fisik dan kimiawi lingkungan (abiotic). Yang termasuk factor abiotic adalah iklim (suhu, kelembapan udara, angin), air, tanah, dan ketinggian. Selain itu aktivitas manusia juga dapat mempengaruhi keberadaan flora dan fauna di alam.





a. Cuaca dan iklim

Faktor cuaca termasuk didalamnya keadaan suhu, kelembapan udara, dan angin sangat besar pengaruhnya terhadap kehidupan setiap makhluk hidup.

Faktor suhu udara berpengaruh terhadap berlangsungnya proses pertumbuhan fisik tumbuhan. Sinar matahari sangat diperlukan bagi tumbuhan hijau untuk proses fotosintesis. Kelembapan udara berpengaruh pula terhadap pertumbuhan fisik tumbuhan, sedangkan angin berguna untuk proses penyerbukan.

Faktor iklim yang berbeda-beda pada suatu wilayah menyebabkan jenis tumbuhan maupun hewannya juga berbeda. Tanaman di Indonesia yang memiliki iklim tropis, banyak jenisnya, subur dan selalu hijau sepanjang tahun karena bermodalkan curah hujan yang tinggi dan cukup sinar matahari.

Berbeda dengan tanaman di daerah yang beriklim sedang atau sub tropis, ragam tumbuhannya tidak sebanyak di daerah tropis yang kaya sinar matahari, di sana banyak ditemui pohon berkayu keras dan berdaun jarum. Daerah Gurun yang beriklim panas dan kurang curah hujan, hanya sedikit tumbuhan yang dapat menyesuaikan diri, seperti misalnya pohon Kaktus dapat tumbuh subur, karena mempunyai persediaan air dalam batangnya. Kehidupan faunanya juga sangat bergantung pada pengaruh iklim yang mampu memberikan kemungkinan bagi kelangsungan hidupnya. Hewan di daerah dingin beda dengan hewan di daerah tropis, dan sulit menyesuaikan diri bila hidup di daerah tropis yang beriklim panas.

b. Tanah

Tanah banyak mengandung unsur-unsur kimia yang diperlukan bagi pertumbuhan flora di dunia. Kadar kimiawi berpengaruh terhadap tingkat kesuburan tanah. Keadaan struktur tanah berpengaruh terhadap sirkulasi udara di dalam tanah sehingga memungkinkan akar tanaman dapat bernafas dengan baik. Keadaan tekstur tanah berpengaruh pada daya serap tanah terhadap air.





Suhu tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan akar serta kondisi air di dalam tanah. Komposisi tanah umumnya terdiri dari bahan mineral anorganik (70%-90%), bahan organik (1%-15%), udara dan air (0-9%). Hal-hal di atas menunjukkan betapa pentingnya faktor tanah bagi pertumbuhan tanaman. Perbedaan jenis tanah menyebabkan perbedaan jenis dan keanekaragaman tumbuhan yang dapat hidup di suatu wilayah. Contohnya di Nusa Tenggara jenis hutannya adalah Sabana karena tanahnya yang kurang subur.

c. Air

Air mempunyai peranan yang penting bagi pertumbuhan tumbuhan karena dapat melarutkan dan membawa makanan yang diperlukan bagi tumbuhan dari dalam tanah. Adanya air tergantung dari curah hujan dan curah hujan sangat tergantung dari iklim di daerah yang bersangkutan. Jenis flora di suatu wilayah sangat berpengaruh pada banyaknya curah hujan di wilayah tersebut.

Flora di daerah yang kurang curah hujannya keanekaragaman tumbuhannya kurang dibandingkan dengan flora di daerah yang banyak curah hujannya. Misalnya di daerah gurun, hanya sedikit tumbuhan yang dapat hidup, contohnya adalah pohon Kaktus dan tanaman semak berdaun keras. Di daerah tropis banyak hutan lebat, pohonnya tinggi-tinggi dan daunnya selalu hijau.

d. Tinggi rendahnya permukaan bumi

Faktor ketinggian permukaan bumi umumnya dilihat dari ketinggiannya dari permukaan laut (elevasi). Misalnya ketinggian tempat 1500 m berarti tempat tersebut berada pada 1500 m di atas permukaan laut. Semakin tinggi suatu daerah semakin dingin suhu di daerah tersebut.

Demikian juga sebaliknya bila lebih rendah berarti suhu udara di daerah tersebut lebih panas. Setiap naik 100 meter suhu udara rata-rata turun sekitar 0,5 derajat Celcius. Jadi semakin rendah suatu daerah semakin panas daerah tersebut, dan sebaliknya semakin tinggi suatu daerah semakin dingin daerah tersebut.





Oleh sebab itu ketinggian permukaan bumi besar pengaruhnya terhadap jenis dan persebaran tumbuhan. Daerah yang suhu udaranya lembab, basah di daerah tropis, tanamannya lebih subur dari pada daerah yang suhunya panas dan kering.

e. Aktivitas Manusia, Peranan Hewan dan Tumbuhan lain

Manusia mampu mengubah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan tertentu, misalnya daerah hutan diubah menjadi daerah pertanian, perkebunan atau perumahan dengan melakukan penebangan, reboisasi, atau pemupukan. Manusia dapat menyebarkan tumbuhan dari suatu tempat ke tempat lainnya. Selain itu manusia juga mampu mempengaruhi kehidupan fauna di suatu tempat dengan melakukan perlindungan atau perburuan binatang. Hal ini menunjukkan bahwa faktor manusia berpengaruh terhadap kehidupan flora dan fauna di dunia ini.

Selain itu faktor hewan juga memiliki peranan terhadap penyebaran tumbuhan flora. Misalnya serangga dalam proses penyerbukan, kelelawar, burung, tupai membantu dalam penyebaran biji tumbuhan. Peranan faktor tumbuh-tumbuhan adalah untuk menyuburkan tanah. Tanah yang subur memungkinkan terjadi perkembangan kehidupan tumbuh-tumbuhan dan juga mempengaruhi kehidupan faunanya. Contohnya bakteri saprofit merupakan jenis tumbuhan mikro yang membantu penghancuran sampah-sampah di tanah sehingga dapat menyuburkan tanah.

Keanekaragaman hayati di Indonesia dipengaruhi oleh karakteristik wilayah dan persebaran organismenya.

a. Berdasarkan Karakteristik Wilayah

Secara astronomis, Indonesia terletak diantara 6°LU - 11°LS dan 95° - 141°BT , ini artinya Indonesia terletak didaerah iklim tropis. Ciri-ciri iklim tropis antara lain: temperaturnya cukup tinggi, curah hujan banyak, dan tanahnya subur karena proses pelapukan batuan cukup cepat.





Dilihat secara geografis, Indonesia terletak pada pertemuan dua rangkaian pegunungan muda, yaitu sirkum Pasifik dan sirkum Mediterania sehingga Indonesia memiliki banyak gunung api sehingga menyebabkan tanah Indonesia menjadi subur. Keadaan lingkungan abiotik yang bervariasi menyebabkan keanekaragaman hayati yang cukup tinggi. Indonesia memiliki 10% dari seluruh spesies tumbuhan yang ada di dunia, 12% spesies mamalia, 16% spesies reptilia dan amfibi, serta 17% spesies burung dunia.

Sebagian spesies tersebut bersifat endemic, yaitu hanya terdapat di Indonesia dan tidak ditemukan ditempat lain, sebagai contoh burung cendrawasih di Papua, burung maleo di Sulawesi, komodo di Pulau Komodo, snot di Sulawesi, bunga raflesia terdapat di Pulau Sumatra, dan spesies endemic lainnya.

b. **Berdasarkan Persebaran Organisme**

Persebaran organisme dipelajari dalam cabang biologi yang disebut dengan biogeografi. Studi tentang penyebaran spesies menunjukkan bahwa spesies tersebut berasal dari satu tempat namun pada akhirnya menyebar ke berbagai daerah. Organisme tersebut kemudian mengalami diferensiasi menjadi subspecies atau spesies baru yang cocok terhadap daerah yang ditempatinya sebagai perwujudan dari proses adaptasi.

Penghalang (barrier) geografi seperti gunung yang tinggi, gurun pasir, sungai, dan lautan membatasi penyebaran dan kompetisi dari suatu spesies yang disebut isolasi geografi. Isolasi geografi menyebabkan perbedaan susunan flora dan fauna diberbagai tempat.

2. Persebaran Flora (dunia tumbuhan) di Indonesia

Tumbuh-tumbuhan yang hidup di suatu tempat ada yang tumbuh secara alami dan ada juga yang dibudidayakan oleh manusia. Flora atau dunia tumbuhan di berbagai tempat pasti memiliki bentuk yang berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain sebagai berikut:



- a. Iklim
- b. Jenis tanah
- c. Relief atau tinggi rendah permukaan bumi
- d. Biotik (pengaruh makhluk hidup)

Dengan adanya factor tersebut menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman jenis tumbuh-tumbuhan. Iklim memiliki pengaruh yang sangat besar terutama suhu udara dan curah hujan. Daerah yang memiliki curah hujan tinggi memiliki hutan yang lebat dan jenis tanaman yang bervariasi, misalnya di Pulau Sumatra dan Pulau Kalimantan.

Sementara daerah dengan curah hujan yang rendah, tidak memiliki hutan yang lebat seperti di Nusa Tenggara. Daerah ini banyak ditumbuhi semak belukar dengan padang rumput yang luas. Suhu udara juga mempengaruhi tanaman yang dapat hidup di suatu tempat. Junghuhn telah membuat zonasi (perbatasan wilayah) sebagai berikut :

- a. Daerah panas (0-650 meter), tumbuhan yang cocok di daerah ini adalah kelapa, padi, jagung, tebu, dan karet.
- b. Daerah sedang (650-1500 meter), tumbuhan yang cocok di daerah ini adalah kopi, tembakau, teh, sayuran.
- c. Daerah sejuk (1500-2500 meter), tumbuhan yang cocok di daerah ini adalah teh, sayuran, kina, pinus.
- d. Daerah dingin (diatas 2500 meter) tidak ada tanaman budidaya.



Gambar 32. Zonasi Persebaran Tanaman Menurut Iklim
Sumber: <https://agnazgeograph.wordpress.com/2013/01/23/klasifikasi-iklim-junghuhn/>



3. Persebaran Fauna (dunia hewan) di Indonesia

Keanekaragaman dan perbedaan fauna di Indonesia dipengaruhi oleh keadaan alam, gerakan hewan, dan rintangan alam. Fauna atau dunia hewan di Indonesia digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan pengelompokan oleh Alfred Russel Wallace dan Max Wilhelm Carl Weber, yaitu Fauna tipe asiatis, fauna tipe australis, dan fauna tipe peralihan.

Awalnya, Alfred Russel Wallace membedakan 6 daerah biogeografi dunia berdasarkan persamaan fauna di daerah-daerah tertentu dipermukaan bumi, antara lain

- a. Nearktik : Amerika Utara
- b. Palearktik : Asia sebelah utara Himalaya, Eropa, dan Afrika, dan Gurun Sahara sebelah utara
- c. Neotropikal : Amerika Selatan bagian tengah
- d. Oriental : Asia, Himalaya bagian selatan
- e. Ethiopia : Afrika
- f. Australia : Australia dan pulau-pulau sekitarnya

Fauna di Indonesia mencerminkan posisinya di antara Benua Asia (oriental) dan Benua Australia. Di antara Paparan Sunda dan wilayah laut dalam terdapat batas flora dan fauna Asia, artinya flora dan fauna Asia menyebar hanya sampai batas tersebut. Batas ini disebut Garis Wallace. Diantara Paparan Sahul dan laut dalam di bagian tengah juga terdapat batas flora dan fauna Australia, artinya flora dan fauna Australia menyebar hanya sampai batas ini, yaitu Garis Weber.

Sesuai dengan garis Wallace, persebaran fauna di Indonesia terbagi menjadi wilayah barat (oriental) dan timur (Australia) yang masing-masing ditandai oleh fauna yang khas. Sementara itu, menurut garis Weber, diantara wilayah barat dan timur terdapat zona peralihan.





Gambar 7.2 Peta persebaran satwa Indonesia

Gambar 33. Peta Pembagian Wilayah di Indonesia berdasarkan Garis Wallace dan Garis Weber

Sumber. <http://edwin21ug-edwin21ug.blogspot.co.id/2012/12/biodiversitas.html>

Keunikan hewan-hewan yang termasuk daerah oriental atau Indonesia barat, antara lain:

- Banyak spesies mamalia (gajah, banteng, harimau, badak), ukuran tubuh besar.
- Terdapat berbagai jenis primata (mandril, tarsius, orang utan).
- Terdapat berbagai jenis burung (burung-burung oriental memiliki warna tidak semenarik burung daerah Australian, namun memiliki suara lebih merdu, karena umumnya dapat berkicau).
- Terdapat berbagai hewan endemik (badak bercula satu, binturong, kukang, jalak bali, murai mengkilat, dan ayam hutan berdada merah).



Gambar 34. Hewan-Hewan Daerah Bagian Barat Indonesia



Sedangkan hewan-hewan yang termasuk daerah Australian atau Indonesia bagian timur, antara lain:

- a. Hewan berkantung (kanguru).
- b. Mamalia berukuran tubuh kecil.
- c. Terdapat berbagai jenis burung dengan beranekaragam warna. Adanya garis Weber yang berada di sebelah timur Sulawesi memanjang ke arah utara ke kepulauan Aru, menjadikan Sulawesi merupakan pulau pembatas antara wilayah oriental dan Australian. Oleh karena itu, Sulawesi merupakan wilayah peralihan. Hewan-hewan yang termasuk wilayah peralihan, antara lain: maleo, berbagai jenis kupu-kupu, primata primitif (*Tarsius spectra*), anoa, dan babi rusa.



Gambar 35. Hewan-Hewan Khas Indonesia Timur

Selain itu, di Indonesia juga masih banyak terdapat flora dan fauna lainnya, antara lain :

- a. Flora malesiana

Malesiana adalah suatu daerah luas yang meliputi Malaysia, Indonesia, Filipina, Papua Nugini, dan kepulauan Solomon. Wilayah ini terletak di daerah sekitar khatulistiwa. Daerah Malesiana memiliki iklim tropis dan curah hujan yang relatif tinggi, oeh karena itu daerah ini merupakan pemusatan pertumbuhan berbagai jenis vegetasi.

Hutan di Indonesia (seperti wilayah Malesiana) merupakan ekosistem hutan hujan tropis, yang didominasi oleh:



- 1) Pohon dari familia Dipterocarpaceae, yaitu pohon-pohon yang menghasilkan biji bersayap, contohnya: meranti (*Shorea sp*), keruing (*Dipterocarpus sp*), kayu garu (*Gonystylus bancanus*).



Gambar 36. Meranti (*Shorea sp*)

- 2) Tumbuhan liana (tumbuhan yang memanjat). Selain hutan hujan tropis Indonesia juga mempunyai hutan musim dan padang rumput. Pada hutan musim banyak dijumpai tumbuhan seperti jati, mahoni, bungur, sogu, dan albasia. Di Indonesia juga terdapat tipe hutan pantai di mana banyak dijumpai berbagai tumbuhan seperti pandan (*Pandanus tectorius*), bakung, dan bakau.



Gambar 37. Bakau dan Pandan (tumbuhan liana)



b. Indonesia kayak akan hewan dan tumbuhan endemic

Contoh hewan endemic di Indonesia: harimau jawa, harimau bali (sudah punah), badak bercula satu di Ujung Kulon, jalak bali putih (*Leucopsar rothschildi*) di Bali, binturong, burung maleo di Sulawesi, dan komodo di Pulau Komodo. Contoh tumbuhan endemic di Indonesia dari genus Rafflesia, seperti:

- 1) *Rafflesia patma* di Nusakambangan dan Pangandaran.
- 2) *Rafflesia arnoldi* endemic di Bengkulu, Sumatra Barat dan Aceh.
- 3) *Rafflesia borneensis* di Kalimantan.



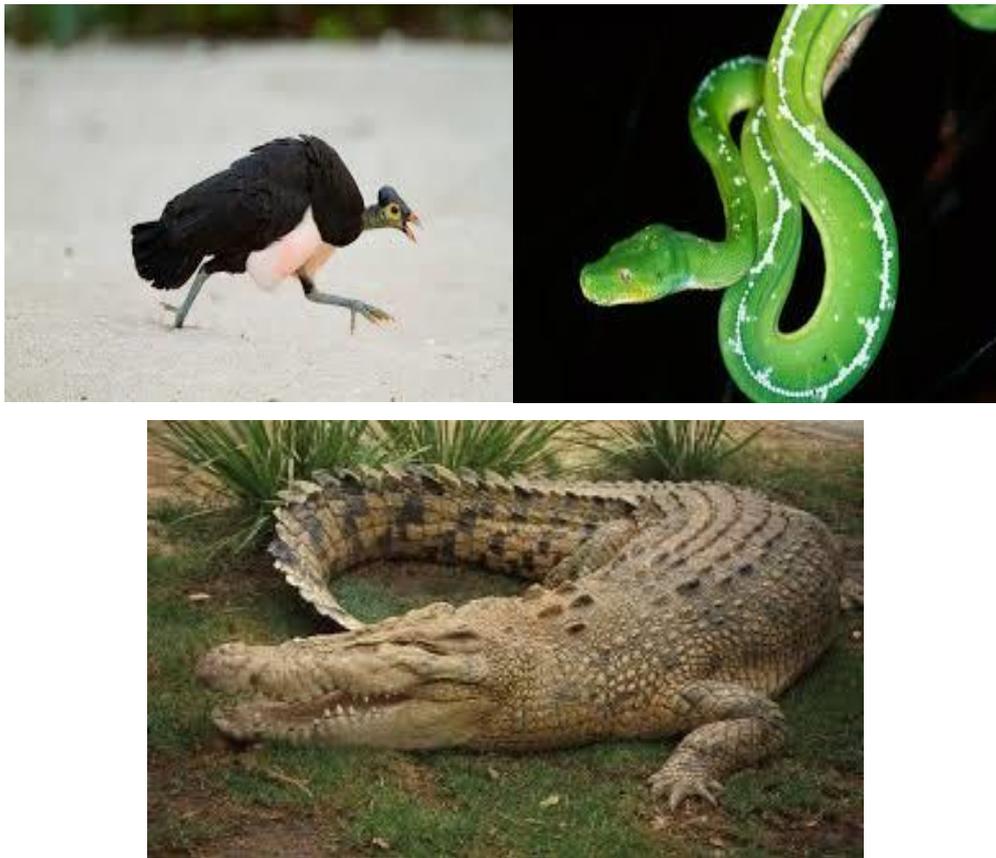
Gambar 38. Flora endemic di Sumatra (*Rafflesia arnoldi*)

c. Terdapat berbagai hewan dan tumbuhan langka

Contoh hewan yang langka di Indonesia:

- 1) Harimau jawa (*Panthera tigris sondaicus*)
- 2) Macan kumbang (*Panthera pardus*)
- 3) Tapir (*Tapirus indicus*)
- 4) Komodo (*Varanus komodensis*)
- 5) Maleo (*Macrocephalon maleo*)
- 6) Banteng (*Bos sondaicus*)
- 7) Mandril (*Nasalis larvatus*)
- 8) Cendrawasih (*Paradisea minor*)
- 9) Kanguru pohon (*Dendrolagus ursinus*)
- 10) Kakatua raja (*Probociger aterrimus*)
- 11) Buaya muara (*Crocodylus porosus*)
- 12) Ular sanca hijau (*Chondrophyton viridis*)





Gambar 39. Contoh Hewan Langka di Indonesia

Contoh tumbuhan yang langka di Indonesia:

- 1) Bedali (*Radermachera gigantean*)
- 2) Kepuh (*Stereula foetida*)
- 3) Bungur (*Lagerstroemia spesiosa*)
- 4) Nangka celeng (*Arthocarpus heterophyllus*)
- 5) Mundu (*Garcinia dulcis*)
- 6) Sawo kecil (*Manilkara kauki*)
- 7) Winong (*Tetrameles nudiflora*)
- 8) Kluwak (*Pingium edule*)
- 9) Gandaria (*Bouea macrophylla*)



Gambar 40. Contoh Tanaman Langka di Indonesia (Mundu, Bedali, Gandaria)

4. Upaya-Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Keberadaan flora dan fauna tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan manusia. Tumbuhan dan hewan mempunyai manfaat yang besar bagi kehidupan manusia. Ada saling ketergantungan antara tumbuhan, hewan, dan manusia untuk kelangsungan hidup mereka masing-masing. Namun akhirnya banyak kegiatan manusia yang dapat mengganggu keanekaragaman hayati itu sendiri, contohnya

- a. Penebangan hutan yang kemudian dijadikan lahan pertanian atau pemukiman dan akhirnya tumbuh menjadi perkotaan. Hal ini menyebabkan kerusakan habitat yang mengakibatkan menurunnya keanekaragaman ekosistem, jenis, dan gen.
- b. Polusi dan bahan pencemar dapat membunuh mikroba, jamur, hewan, dan tumbuhan.
- c. Penggunaan spesies yang berlebihan untuk kepentingan manusia. Meningkatnya jumlah penduduk, sehingga kebutuhannya pun meningkat pula. Hal ini didukung dengan pengembangan teknologi pemanfaatan sehingga mengonsumsi keanekaragaman dengan cepat.





- d. Introduksi spesies eksotik. Hal ini mengakibatkan spesies tertentu menjadi tersisihkan, sehingga spesies tertentu tersebut jarang digunakan, yang akhirnya terlupakan.
- e. Pestisida yang sebenarnya hanya untuk membunuh organisme pengganggu atau penyakit suatu tanaman, pada kenyataannya menyebar ke lingkungan dan menjadi zat pencemar.
- f. Selain akibat kegiatan manusia, terancamnya kondisi keanekaragaman dapat disebabkan oleh faktor alam, misalnya kerusakan habitat juga dapat terjadi oleh adanya bencana alam, seperti kebakaran, gunung meletus, dan banjir.

Sementara itu, peningkatan keanekaragaman hayati juga disebabkan oleh ikut campur tangan manusia yang memanfaatkan teknologi, contohnya:

- a. Pemuliaan, yaitu usaha membuat varietas unggul dengan cara melakukan perkawinan silang menghasilkan variasi baru (meningkatkan keanekaragaman gen).
- b. Reboisasi (penghijauan), dapat meningkatkan keanekaragaman hayati. Adanya tumbuhan berarti memberikan lingkungan yang lebih baik bagi organisme lain.
- c. Pembuatan taman-taman kota, yaitu memberikan keindahan dan lingkungan lebih nyaman, serta dapat meningkatkan keanekaragaman hayati.
- d. Usaha manusia untuk mempertahankan keberadaan plasma nutfah yang dikenal sebagai usaha pelestarian atau konservasi. Dilakukan melalui dua cara, yaitu: secara in situ (dilaksanakan di habitat aslinya) dan pelestarian secara ex situ (dilaksanakan dengan memindahkan individu yang dilestarikan dari tempat tumbuh aslinya dan dipelihara di tempat lain).

Selain itu, diperlukan juga upaya-upaya agar keanekaragaman mahluk hidup dapat terus lestari dan mampu memberi manfaat yang sebesar-besarnya kepada manusia. Oleh sebab itu dilakukan upaya-upaya sebagai berikut :





- a. Melakukan usaha pelestarian hutan, antara lain mencegah pencurian kayu dan penebangan hutan secara liar, Perbaikan kondisi lingkungan hutan, menanam kembali ditempat tumbuhan yang pohonnya ditebang, dan menerapkan sistem tebang pilih.
- b. Melakukan usaha pelestarian hewan, antara lain dengan melindungi hewan dari perburuan dan pembunuhan liar, mengembalikan hewan piaraan ke kawasan habitatnya, dan mengawasi pengeluaran hewan keluar negeri.
- c. Melakukan usaha pelestarian biota perairan, antara lain mencegah perusakan wilayah perairan, melarang cara-cara penangkapan yang dapat mematikan ikan dan biota lainnya, dan melindungi anak ikan dari gangguan dan penangkapan.
- d. Menetapkan beberapa jenis binatang yang perlu dilindungi seperti biawak, komodo, kanguru pohon, orang utan, kelinci liar, macan kumbang, tapir, badal dan lainnya.
- e. Peremajaan tanaman dilakukan untuk mempertahankan dan meningkatkan hasil dengan mempersiapkan tanaman pengganti.
- f. Penangkapan musiman yang dilakukan pada saat populasi hewan dan tumbuhan paling banyak dan tidak pada saat kondisi yang mengakibatkan kepunahan. Contoh penebangan pohon dan pemburuan liar.
- g. Pembuatan cagar alam dan tempat perlindungan bagi tumbuhan dan hewan langka seperti swaka margasatwa dan taman nasional. Tempat-tempat tersebut melindungi flora dan fauna yang sudah terancam punah.
- h. Membangun beberapa pusat rehabilitasi dan tempat-tempat penangkaran bagi hewan-hewan tertentu, seperti Pusat Rehabilitasi orang utan di Bohorok dan Tanjung Putting Sumatra, Daerah Hutan Wanariset Samboja di Kutai, Kalimantan Timur, Pusat Rehabilitasi babi rusa dan anoa di Sulawesi.

Upaya melestarikan juga meliputi ekosistem disuatu wilayah. Perlindungan tersebut diantaranya.

a. Cagar alam

Cagar alam adalah suatu ekosistem dalam suatu wilayah yang dilindungi dan dibiarkan alami, apa adanya. Perkembangbiakan terjadi secara proses alami. Manusia dilarang memasuki tanpa izin khusus.





Cagar alam bertujuan untuk:

- 1) Melindungi ciri khas tumbuhan, hewan dan ekosistem alami
- 2) Mempertahankan keanekaragaman gen
- 3) Menjamin pemanfaatan ekosistem secara berkesinambungan
- 4) Memelihara proses ekologi

b. Suaka Margasatwa

Suaka margasatwa merupakan bentuk pelestarian satwa/hewan langka yang dilakukan oleh pemerintah

c. Taman Nasional adalah kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli. Taman nasional dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, penunjang budidaya, pariwisata, dan rekreasi. Taman nasional juga berfungsi melindungi ekosistem, melestarikan keanekaragaman flora dan fauna, dan melestarikan pemanfaatan sumber daya hayati.

Beberapa taman nasional tersebut misalnya Taman Nasional (TN) Gunung leuseur (Aceh dan Sumatra Utara), TN Kerinci Seblat (Sumatra selatan dan Bengkulu), TN Bukit Barisan Selatan (Bengkulu dan Lampung), TN Ujung Kulon (Banten), TN Gunung Gede pangrango (Bogor dan Sukabumi, Jawa Barat), TN Kepulauan Seribu (DKI Jakarta), TN Bromo Tengger (Jawa Timur), TN Meru Betiri (Jawa Timur), TN Balurang (Banyuwangi, Jawa Timur), TN Bali Barat, TN Komodo (NTT) dan TN Tanjung Putting (Kalimantan Tengah).

d. Taman Laut

Taman laut adalah wilayah lautan yang memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi dan indah. Kawasan ini dijadikan sebagai konservasi alam misalnya Taman laut bunaken di Sulawesi Utara.





- e. Hutan Lindung
Hutan lindung biasanya terletak didaerah pegunungan. Hutan tersebut berfungsi sebagai resapan air. Hal ini untuk mengatur tata air dan menjaga agar tidak terjadi erosi.
- f. Kebun Raya
Kebun raya adalah kebun buatan yang berguna untuk menghimpun tumbuhan dari berbagai tempat untuk dilestarikan. Selain itu, kebun raya ialah kebun raya Bogor dsn Kebun raya purwodadi (Jawa Timur).

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tanya jawab tentang penyebaran keanekaragaman hayati.
2. Peserta diklat menjawab jawab tentang penyebaran keanekaragaman hayati upaya pelestarian keanekaragaman hayati,
3. Peserta diklat diminta mengamati penyebaran keanekaragaman hayati, upaya pelestarian keanekaragaman hayati
4. Peserta diklat diminta mencatat atau mamotret/menggambar model tersebut dan dikaitkan dengan penyebaran keanekaragaman hayati dan upaya pelestariannya,
5. Selanjutnya peserta diklat diminta melakukan praktik berkaitan tentang penyebaran keanekaragaman hayati di indonesia
6. peserta diklat melakukan praktikum, berkaitan penyebaran keanekaragaman hayati di Indonesia dan upaya pelestariannya dengan LK sebagai berikut :
LK: Penyebaran keanekaragaman hayati di Indonesia

Tujuan: Untuk mengetahui awal mula penyebaran keanekaragaman hayati di Indonesia

Alat dan Bahan :

- a. Media / flowcharta tentang keanekaragaman hayati di Indonesia
- b. Video tentang keanekaragaman hayati di Indonesia
- c. ATK



Langkah kerja:

- a. Secara berkelompok, amati Flowcarta atau video tentang keanekaragaman hayati di Indonesia
- b. diskusikan mengenai awal mula penyebaran keanekaragaman hayati di Indonesia (terangkan dengan gambar)
- c. diskusikan dengan kelompok anda tentang factor-faktor yang mempengaruhi penyebaran keanekaragaman hayati di Indonesia,
- d. setelah itu presentasikan didepan kelas agar mendapat masukan dari kelompok lain (berkolaboratif)
- e. Hasil presentasi dan tambahan masukan dari kelompok lain dibuat laporan dan dikumpulkan sebagai bahan penilaian portofolio.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihlah jawaban yang tepat pada pilihan jawaban di bawah ini.

1. Karakteristik fauna di Indonesia mencerminkan posisi di antara daerah biogeografi ...
 - a. Palearktik dengan Australia
 - b. Australia dengan Ethiopia
 - c. Ethiopia dengan oriental
 - d. Palearktik dengan oriental
 - e. Australia dengan oriental
2. Fauna Indonesia yang memiliki ciri fauna khas dan banyak ditemukan di Australia adalah ..
 - a. Zebra dan jerapah
 - b. Kukang dan cendrawasih
 - c. Anoa dan harimau
 - d. Kanguru dan kasuari
 - e. Zebra dan anoa



3. Usaha-usaha pelestarian dengan cara mengembangbiakkan hewan atau tumbuhan didaerah asalnya disebut ..
 - a. Pelestarian in situ
 - b. Pelestarian ex situ
 - c. Suaka margasatwa
 - d. Perlindungan alam
 - e. Cagar alam

4. Hutan bakau di Kalimantan, hutan hujan tropis di jawa barat,dan savana di papua merupakan contoh keanekaragaman tingkat

 - a. Gen
 - b. Jenis
 - c. Ekosistem
 - d. Populasi
 - e. Individu

5. Berikut ini yang merupakan contoh fauna tipe orientalis adalah

 - a. Kukang
 - b. Burung cendrawasih
 - c. Kakatua berjambul
 - d. Anoa
 - e. Maleo

6. Oranghutan, badak bercula satu, dan beraneka jenis primata hidup di daerah tipe

 - a. Oriental
 - b. Afrika
 - c. Eropa
 - d. Australia
 - e. Peralihan





7. Ekosistem darat terbagi atas beberapa ekosistem, seperti gurun, padang rumput, hutan basah, hutan gugur, taiga dan tundra. Terbentuknya daerah habitat/ekosistem di atas karena
 - a. perbedaan udara dari jenis tanah
 - b. perbedaan letak pada garis lintang dan ketinggian
 - c. perbedaan jenis makhluk hidup yang mendiaminya
 - d. persamaan jenis makhluk hidup yang mendiaminya
 - e. persamaan jenis tanah dan makhluk hidup

8. Suatu habitat ekosistem darat mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:
 1. curah hujan tinggi
 2. flora dan fauna heterogen
 3. terdapat iklim mikro
 4. matahari bersinar sepanjang tahun
 5. tumbuhan khas lianaBerdasarkan ciri-ciri habitat tersebut, ekosistem yang sesuai adalah
 - a. hutan gugur
 - b. hutan hujan tropik
 - c. taiga
 - d. tundra
 - e. padang rumput

9. Penyebaran flora dan fauna di wilayah Indonesia Barat bersifat Asiatis, meliputi pulau-pulau di bawah ini kecuali...
 - a. Sumatera
 - b. Jawa
 - c. Sulawesi
 - d. Nias
 - e. Kalimantan





10. Perbedaan utama di Indonesia mempunyai keanekaragaman hayati yang tinggi adalah...
- Terletak diantara dua benua dan dua samudera
 - Memiliki flora dan fauna yang mirip dengan tipe Oriental dan Australia
 - Merupakan tempat yang di lalui migrasi hewan-hewan
 - Memiliki curah hujan yang sangat tinggi
 - Memiliki banyak pantai dan gunung

KASUS :

Seorang petani ingin menyelamatkan tanaman padinya dari serangan hama wereng , petani dengan menggunakan pestisida yang berlebihan karena cukup banyak hamanya yang merusak .

Bagaimana anda menanggapi kasus tersebut berkaitan dengan lingkungan dan organisme lain di sekitarnya.

Buatlah laporan dan presentasikan di depan kelas agar mendapat masukan dari kelompok lain (kolaboratif), dan hasil akhir dikumpulkan kepada fasilitator sebagai bahan penilaian portofolio



F. Rangkuman

Keanekaragaman flora dan fauna tersebut tidak terlepas dari dukungan kondisi di Indonesia. Dukungan kondisi suatu wilayah terhadap keberadaan flora dan fauna berupa factor-faktor fisik (abiotic) dan factor non fisik (biotik). Keanekaragaman hayati di Indonesia dapat dibedakan berdasarkan karakteristik wilayah dan persebaran organismenya.

Flora atau dunia tumbuhan di berbagai tempat pasti memiliki bentuk yang berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain sebagai berikut: Iklim, Jenis tanah, Relief atau tinggi rendah permukaan bumi, Biotik (pengaruh makhluk hidup). Keanekaragaman dan perbedaan fauna di Indonesia dipengaruhi oleh keadaan alam, gerakan hewan, dan rintangan alam.

Fauna atau dunia hewan di Indonesia digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan pengelompokan oleh Alfred Russel Wallace dan Max Wilhelm Carl Weber, yaitu Fauna tipe asiatis, fauna tipe australis, dan fauna tipe peralihan.

Kegiatan manusia yang dapat menurunkan keanekaragaman hayati itu sendiri, contohnya :

1. Penebangan hutan yang kemudian dijadikan lahan pertanian atau pemukiman.
2. Polusi dan bahan pencemar dapat membunuh mikroba, jamur, hewan, dan tumbuhan.
3. Penggunaan spesies yang berlebihan untuk kepentingan manusia.
4. Introduksi spesies eksotik. Hal ini mengakibatkan spesies tertentu menjadi tersisihkan, sehingga spesies tertentu tersebut jarang digunakan, yang akhirnya terlupakan.
5. Pestisida yang sebenarnya hanya untuk membunuh organisme pengganggu atau penyakit suatu tanaman, pada kenyataannya menyebar ke lingkungan dan menjadi zat pencemar.



Upaya-upaya yang bisa dilakukan untuk menanggulangnya sebagai berikut :

1. Melakukan usaha pelestarian hutan, Perbaiki kondisi lingkungan hutan, menanam kembali ditempat tumbuhan yang pohonnya ditebang, dan menerapkan sistem tebang pilih.
2. Melakukan usaha pelestarian hewan..
3. Melakukan usaha pelestarian biota perairan
4. Menetapkan beberapa jenis binatang yang perlu dilindungi.
5. Peremajaan tanaman dilakukan untuk mempertahankan dan meningkatkan hasil dengan mempersiapkan tanaman pengganti.
6. Penangkapan musiman yang dilakukan pada saat populasi hewan dan tumbuhan paling banyak dan tidak pada saat kondisi yang mengakibatkan kepunahan.
7. Pembuatan cagar alam dan tempat perlindungan bagi tumbuhan dan hewan langka seperti swaka margasatwa dan taman nasional

Upaya melestarikan juga meliputi ekosistem disuatu wilayah. Perlindungan tersebut diantaranya:

1. Cagar alam
2. Swaka Margasatwa
3. Taman Nasional adalah kawasan pelestarian alam yang
4. Taman Laut
5. Hutan Lindung
6. Kebun Raya



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan , apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Diharapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan sejarah awal mula penyebaran keanekaragaman flora dan fauna di Indonesia		
2	Dapat mengidentifikasi jenis dan ciri flora dan fauna pada berbagai daerah		
3	Dapat menganalisis penyebab menurunnya tingkat keanekaragaman hayati		
4	Dapat menjelaskan upaya-upaya untuk melindungi kelestarian keanekaragaman hayati		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut .



Kegiatan Pembelajaran 3. Sistem Klasifikasi

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan peserta diklat mampu mengklasifikasikan atau mengkategorikan tumbuhan dan hewan berdasarkan taksonominya

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mampu menjelaskan tujuan, manfaat, dan sejarah perkembangan klasifikasi makhluk hidup
2. Mampu mengidentifikasi tingkatan takson dalam klasifikasi makhluk hidup
3. Mampu mengidentifikasi tahapan klasifikasi pada hewan dan tumbuhan
4. Mampu menganalisis kunci determinasi pada hewan dan tumbuhan

C. Uraian Materi

Klasifikasi adalah suatu ilmu yang mempelajari pengelompokan makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri tertentu. Semua ahli biologi menggunakan suatu system klasifikasi untuk mengelompokkan tumbuhan ataupun hewan yang memiliki persamaan struktur. Konsep ini pertama kali diusulkan oleh John Ray, dan disempurnakan oleh Carl Von Linne (1707-1778) seorang ahli botani berkebangsaan Swedia yang lebih dikenal dengan nama Carolus Linnaeus.

Sistem klasifikasi Linnaeus masih digunakan sampai sekarang karena sifatnya yang sederhana dan fleksibel sehingga suatu organisme baru tetap dapat dimasukkan dalam system klasifikasi dengan mudah. Nama-nama yang digunakan dalam system klasifikasi Linnaeus ditulis dalam Bahasa Latin karena pada zaman Linnaeus bahasa latin merupakan bahasa yang dipakai untuk pendidikan resmi.



Jenis klasifikasi saat ini terbagi menjadi:

1. Klasifikasi Sistem Alami

Klasifikasi sistem ini mengelompokkan organisme berdasarkan ciri morfologi, anatomi, dan fisiologi. Klasifikasi ini dicetuskan oleh Aristoteles..

2. Klasifikasi Sistem Filogeni

Klasifikasi sistem ini mengelompokkan organisme dengan memperhatikan sejarah evolusi suatu makhluk hidup. Klasifikasi jenis ini dicetuskan oleh Charles Darwin. Beliau juga mengaitkan antara klasifikasi dan evolusi. Kelebihan system ini adalah dapat diketahui adanya hubungan filogenik antarorganisme yang berada dalam satu kelompok.

3. Klasifikasi Sistem Buatan

Klasifikasi ini disebut juga klasifikasi system artifisial dan diperkenalkan oleh Carolus Linnaeus. Klasifikasi ini mengelompokkan organisme berdasarkan persamaan ciri yang mudah dilihat. Klasifikasi ini kurang teratur dan tidak disertai dengan tata nama. Kelebihan system ini adalah semua orang dapat melakukan pengelompokan makhluk hidup dengan menentukan sendiri aturan yang digunakan.

1. Sejarah klasifikasi

Klasifikasi adalah cara ahli biologi mengelompokkan dan mengkategorikan spesies dari organisme yang hidup. Klasifikasi modern berakar pada sistem Carolus Linnaeus, yang mengelompokkan spesies menurut kesamaan fisik yang dimiliki. Berikut sejarah pengelompokan klasifikasi.

Tabel 1. Sejarah pengelompokan Klasifikasi

Linnaeus 1735	Haekel 1866	Chatton 1925	Copeland 1938	Whittaker 1969	Woese et al 1977	Woese et al	Cavier Smith 2004
2 kingdom	3 kingdom	2 kingdom	4 kingdom	5 Kingdom	6 Kingdom	3 Domain	6 Kingdom
Vegetabilia	Protista	prokaryota	Monera	Monera	Eubacteria	Bacteria	Bacteria
Animalia	Plantae	Eukaryota	Protoctista	Protista	Archae	Archae	Protozoa
	Animalia		Plantae	Fungi	Protista	Eukarya	Chromista
			Animalia	Plantae	Fungi		Fungi
				Animalia	Plantae		Plantae
					Animalia		Animalia



a. Sistem Dua kingdom

Klasifikasi makhluk hidup menjadi hewan dan tumbuhan adalah klasifikasi paling kuno. Aristoteles (384 SM -322 SM) mengelompokkan hewan dan muridnya Theophrastus secara bersamaan menulis tentang klasifikasi tumbuhan. Carolus Linneaus (1707- 1778) meletakkan dasar nomenclature Codes. Dia mengklasifikasi makhluk hidup menjadi dua kingdom: Regnum Animale (Kingdom hewan) dan Regnum Vegerabile (Kingdom tumbuhan).

b. Sistem Tiga Kingdom

Pada tahun 1674, Antonie Van Leeuwenhoek yaitu “Bapak Mikroskopis” mengirim kopi dari pengamatan perdananya tentang organisme miskroskopis bersel satu kepada Royal Society di London. Hingga saat ini keberadaan mikroskopi tersebut tidak diketahui. Pada awalnya organisme-organisme ini diklasifikasi menjadi hewan dan tumbuhan. Kemudian di pertengahan tahun 1880-an dikotomi kingdom hewan dan tumbuhan semakin buram batasan dan ketinggalan zaman. Pada tahun 1866, Ernst Haeckel mengajukan kingdom ini berkali-kali sebelum akhirnya memutuskan dasar klasifikasi yaitu kingdom protista (organisme bersel satu dan organisme multiseluler sederhana), kingdom Plantae (tumbuhan) dan kingdom animalia (hewan).

c. Sistem Empat kingdom

Perkembangan dunia mikroskopis dan khususnya mikrokopis elektron, membuat para ilmuwan mengenali perbedaan penting antara prokaryote (organisme bersel satu yang tidak mempunyai inti sel) dan eukaryote (organisme bersel satu yang mempunyai inti sel). Pada tahun 1938 Herbert F. Copeland mengusulkan klasifikasi empat kingdom yaitu Kindom Monera (Prokaryote, contohnya bakteri dan algae biru-hijau), Kindom protista (Eukaryote), Kingdom Plantae (Tumbuhan dan Kingdom Animalia (Hewan).Kemudian perlahan-lahan semakin nampak pentingnya membedakan prokaryota dan eukaryote, sehingga Stanier dan Van Niel mengajukan proposal dari Edouard Chatton pada tahun 1960 untuk mengenalinya dalam klasifikasi formal. Sehingga dibuatlah tingkat atas kingdom yaitu superkingdom dan empire.



d. Sistem Lima Kingdom

Perbedaan antara fungi dan organisme tumbuhan semakin mencolok. Disatu sisi Haekel pernah memindahkan fungi kedalam protista. Robert Whittaker menambahkan fungi kedalam kingdom tambahan. Kemudian sistem lima kingdom diusulkan pada tahun 1969 antara lain plantae (autotrof bersel banyak), Animalia (heterotrof bersel banyak), fungi (saprotrof bersel banyak), protista dan monera.

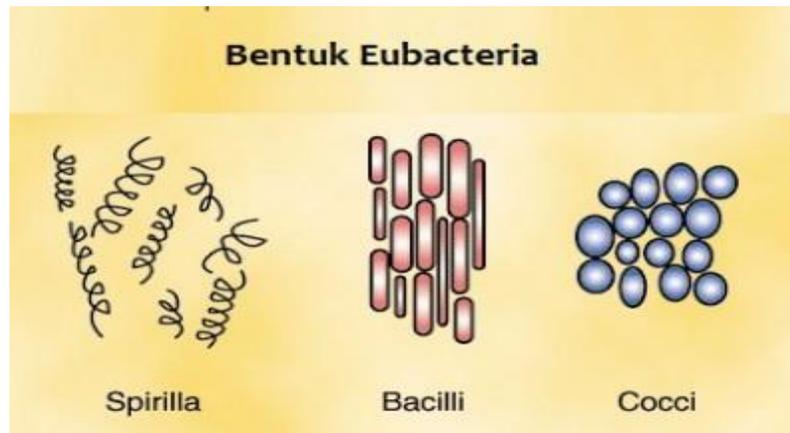
e. Sistem Enam Kingdom

Sejak tahun 1970-an semakin banyak riset dibidang komparasi gen pada level molekular (dimulai dengan gen ribosom RNA) sebagai faktor utama dalam klasifikasi. Kemiripan gen ditekankan terhadap penampilan luar dan perilaku. Tingkatan taksonomi termasuk kingdom adalah kelompok organisme yang nenek moyangnya sama, baik monofilik (semua keturunan dari satu nenek moyang sama) atau parafilik (hanya beberapa keturunan dari satu nenek yang sama). Berdasarkan studi RNA, Carl Woese membagi prokaryota (Kingdom monera) menjadi dua kelompok yaitu eubacteria dan archaeobacteria, karena banyak perbedaan genetik antara kelompok ini. Sistem enam kingdom ini adalah hasil pencampuran sistem lima kingdom dan sistem tiga kingdom.

Klasifikasi system enam kingdom terdiri atas:

1) Kingdom Eubacteria

Kingdom Eubacteria berupa bakteri sel tunggal (uniseluler) dengan ukuran 0,1-100 μm , tidak memiliki membrane inti. Makhluk hidup yang dimasukkan dalam kerajaan Eubacteria termasuk kedalam kelompok prokariotik (sel sederhana yang tidak mempunyai kapsul sebagai lapisan terluarnya dan dinding sel didalamnya). Eubacteria sering diklasifikasikan kedalam tiga kategori bentuk utama, yaitu bulat (kokus), batang (basil), dan spiral (spirilia).



Gambar 41. Bentuk Umum Eubacteria

Sumber. <http://fungsi.web.id/2015/05/ciri-ciri-eubacteria-struktur-bentuk-dan-klasifikasi.html>

Selain itu, Eubacteria dapat diklasifikasikan lagi berdasarkan cara memperoleh nutrisi dan kebutuhan oksigen. Berdasarkan cara memperoleh nutrisi, Eubacteria dikelompokkan menjadi bakteri autotroph, contohnya bakteri hijau yang dapat membuat makanannya sendiri dan bakteri heterotroph, contohnya *Bacillus anthracis* yang tidak dapat membuat makanannya sendiri. Sementara berdasarkan kebutuhan oksigen, eubacteria terbagi atas bakteri aerob, contohnya Nitrobacter dan bakteri anaerob, contohnya Lactobacillus.

Kingdom Eubacteriaterbagi menjadi beberapa kelas, antara lain:

a) Kelas Azotobacteraceae

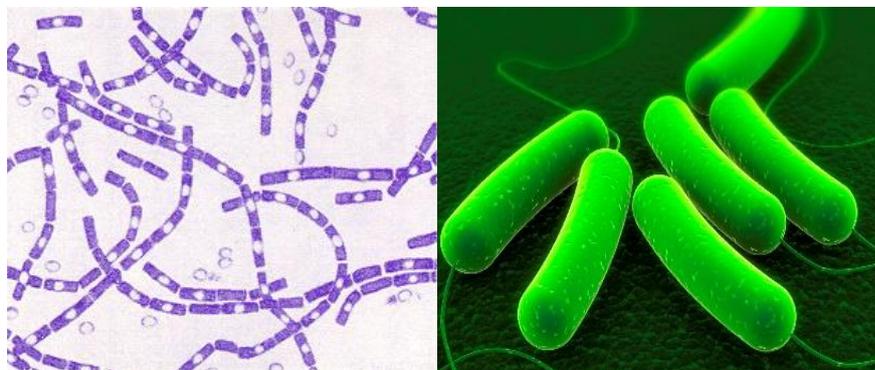
Ciri-ciri yang dimiliki oleh kelas ini adalah sel berbentuk batang, hidup bebas di tanah, mirip sel khamir dan pada kondisi aerob dapat menambat N_2 . Contohnya *Azotobacter Chlorococcum*, *Azotobacter indicus*, dan *Azotobacter agilis*.

b) Kelas Rhizobiaceae

Ciri-ciri dari kelas ini yaitu sel berbentuk batang atau bercabang, bersimbiosis dengan Leguminosae, membentuk bintil akar dan mengkonversi nitrogenudara yang bermanfaat bagi tumbuhan leguminosae. Contohnya *Rhizobium leguminosarum* membentuk bintil akar pada tanaman lathyrus, *Rhizobium japonicum* pada kedelai, dan *Agrobacterium tumefaciens* yang menimbulkan pembengkakan pada akar pohon.



- c) Kelas Micrococcaceae
Ciri-ciri bakteri pada kelas ini adalah sel berbentuk basil dan kubus. Contohnya *Staphylococcus aureus* yang bersifat patogen serta dapat menimbulkan penyakit.
- d) Kelas Enterobacteriaceae
Bakteri dalam kelas ini dapat menimbulkan fermentasi anaerob pada glukosa atau laktosa, hidup sebagai decomposer pada serasah dan bersifat patogen pada manusia, juga pada saluran pernafasan dan saluran kencing vertebrata. Contohnya *E.coli* pada usus besar manusia dan vertebrata, *Salmonella typhosa* patogen penyebab penyakit tifus, dan *Shigella dysenteriae* penyebab disentri.
- e) Kelas Lactobacillaceae
Bakteri dalam kelas ini berbentuk basil dan berperan dalam pembentukan asam laktat. Contohnya *Lactobacillus caucasicus* yang membantu dalam pembuatan yoghurt.
- f) Kelas Bacillaceae
Bakteri dalam kelas ini berbentuk batang dan berfungsi sebagai pembentuk endospore. Misalnya *Bacillus anthracis* yang menyebabkan penyakit antraks dan *Clostridium pasteurianum* yaitu bakteri anaerob penambat N_2 .
- g) Kelas Neisseriaceae
Bakteri dalam kelas ini berbentuk basil dan berpasangan. Misalnya *Neisseria meningitidis* yaitu bakteri penyebab meningitis dan *Neisseria gonorrhoeae* yaitu bakteri penyebab kencing nanah



Gambar 42. Contoh Bakteri pada Kingdom Eubacteria (Clostridium dan E. coli)



2) Kingdom Archaeobacteria

Makhluk hidup di Kingdom Archaeobacteria memiliki banyak perbedaan dengan eubacteria. Hidup dan bertahan pada kondisi lingkungan yang lebih ekstrim, panas dan asam.

Morfologi archaeobacteria menyerupai morfologi eubacteria yaitu berbentuk kokus, batang, dan heliks. Namun ada beberapa genus Archaea memiliki bentuk yang tidak biasa, contohnya *Pyrodictium abyssi* yang hidup di dasar laut pada temperature 110°C. *P. abyssi* memiliki bentuk sel berupa cakram dengan jalinan benang-benang tubulus disekitarnya.

Beberapa archaea tergolong dalam gram negative, dan selebihnya merupakan gram positif. Berdasarkan lingkungan ekstremnya, Archaeobacteria dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu bakteri metanogen (*Methanobacterium*), bakteri halofil (*Halobacterium*), dan bakteri termoasidofil (*Archaeobacteria termoasidofil*).

a) Methanobacterium

Methanobacterium merupakan kelompok yang bersifat anaerob yang memproduksi metana (CH₄) dari CO₂ dan asam format. Habitatnya di daerah berkadar garam tinggi, di daerah rawa (sebagai pengurai), dalam lambung hewan ruminansia dan tempat pembuangan limbah. Contohnya *Methanobacterium thermoautotrophicum*.

b) Halobacterium (Bakteri Halofil)

Bakteri halofil merupakan bakteri yang hidup di lingkungan dengan kadar garam tinggi. Bakteri halofil hidup optimal pada lingkungan dengan kadar garam 20%. Halofil ekstrem melakukan respirasi aerobik untuk menghasilkan energy, ada juga beberapa yang melakukan fotosintesis. Klorofilnya disebut bakteriorodopsin yang menghasilkan warna ungu. Contohnya adalah *Halobacterium*.

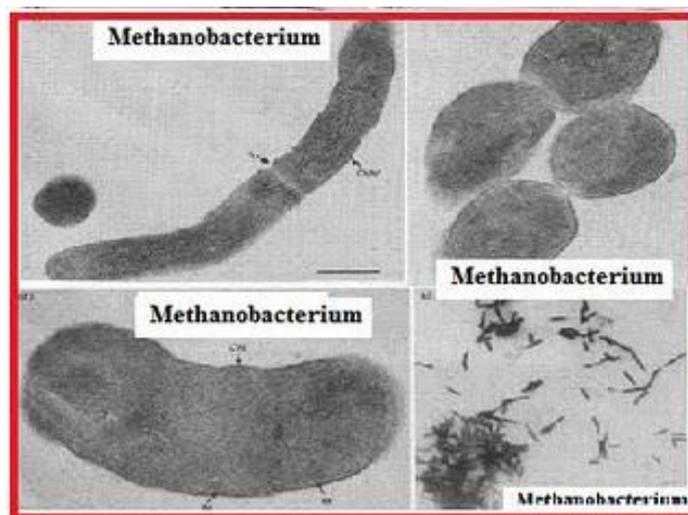


c) Termoasidofilik

Bakteri ini hidup di tempat yang bersuhu tinggi dan bersifat asam. Termoasidofilik hidup dengan mengoksidasi sulfur. Habitat umumnya adalah di lubang vulkanis, kawah vulkanis, dan mata air bersulfur. Contoh dari bakteri ini adalah bakteri pereduksi sulfur, *Sulfolobus*, yang hidup di mata air sulfur Yellowstone National Park, di Amerika.

Archaeobacteria juga mempunyai peranan yang penting bagi kehidupan manusia, diantaranya:

- Enzim dari Archaeobacteria ditambahkan ke dalam sabun cuci atau deterjen untuk meningkatkan kemampuan sabun cuci dan deterjen pada suhu dan pH tinggi.
- Beberapa enzim Archaeobacteria juga digunakan dalam industri makanan untuk mengubah pati jagung menjadi dekstrin (sejenis karbohidrat)
- Beberapa jenis Archaeobacteria digunakan untuk mengatasi pencemaran, misalnya tumpahan minyak.
- Penghasil gas bio untuk bahan bakar alternatif.



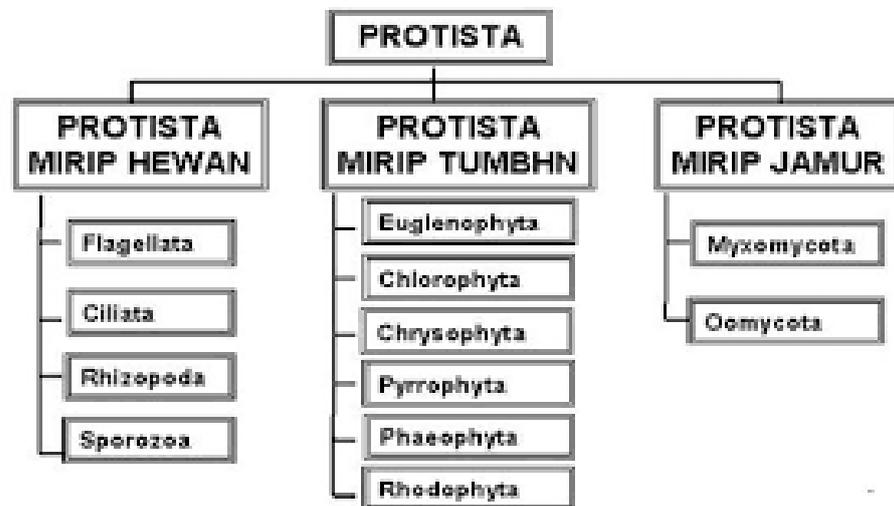
Gambar 43. Bakteri Metan Penghasil Biogas

Sumber: <https://aguskrisnoblog.wordpress.com/2011/11/18/pemanfaatan-fermentasi-pada-bakteri-menggunakan-limbah-kotoran-organisme-untuk-menghasilkan-alternatif-bahan-bakar-masa-depan/>



3) Kingdom Protista

Makhluk hidup dalam kingdom Protista termasuk kedalam kelompok hewan eukariotik. Protista memiliki tubuh yang tersusun atas satu sel atau banyak sel tetapi tidak berdiferensiasi. Protista memiliki sifat antara hewan dan tumbuhan. Kelompok ini terdiri atas Protista menyerupai tumbuhan (ganggang), Protista menyerupai jamur, dan Protista menyerupai hewan (protozoa). Secara umum, kingdom Protista diklasifikasi menjadi beberapa bagian seperti yang tercantum dalam peta konsep berikut ini.



Gambar 44. Peta Konsep Kingdom Protista Protista
Sumber. <https://aslam02.wordpress.com/materi/biologi-kelas-x/protista/>

Protista mirip jamur adalah Protista yang merupakan anggota lama dari kingdom fungi. Protista mirip jamur terbagi menjadi dua, yaitu Myxomycota dan Oomycota. Contoh dari protista mirip jamur yaitu *Dictyoselium discoideum*, *Physarium sp*, Saprolegnia (parasit ikan), *Plasmopora viticola* (jamur anggur), *Phytophthora infestans* (jamur kentang dan tomat).





Gambar 45. *Dictyostelium discoideum*
Sumber. https://en.wikipedia.org/wiki/Dictyostelium_discoideum

Kingdom : Protozoa
Phylum : Amoebozoa
Class : Dictyostelia
Ordo : Dictyosteliida
Famili : Dictyosteliidae
Genus : Dictyostelium
Species : *Dictyostelium discoideum*

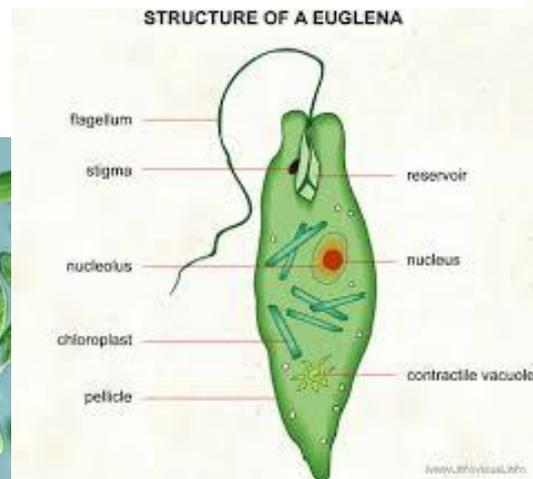
a) Protista Mirip Tumbuhan

Protista mirip tumbuhan biasa disebut sebagai fitoplankton (uniseluler) atau alga/ganggang (multiseluler). Ukuran ganggang berkisar antara 25 μm (*Navicula*) sampai 50m (*Macrocystis*). Klasifikasi ganggang berdasarkan pigmen fotosintetik.



Tabel 2. Klasifikasi ganggang

Filum	Warna	Klorofil	Pigmen Tambahan
Euglenophyta	Hijau	a dan b	Karoten, xantofil
Chlorophyta	Hijau	A dan b	Karoten
Rhodophyta	Merah	A dan d	Fikoeritrin, fikosianin
Pyrophyta	Coklat kemerahan	A dan c	Karoten, xantofil
Phaeophyta	Coklat	A dan c	Fukosantin, xantofil
Chrysophyta	Coklat keemasan	A dan c	Fukosantin, karoten, xantofil
Bacillariophyta	Coklat keemasan	A dan c	Karoten, xantofil



Gambar 46. Contoh dari Protista Mirip Tumbuhan (*Euglena viridis*)
 Sumber: <https://planktonologiunpad.wordpress.com/about/plankton/zooplankton/euglena-viridis/>

Klasifikasi *Euglena viridis*

- Kingdom : Protozoa
- Phylum : Euglenozoa
- Class : Euglenophyceae
- Ordo : Euglenales
- Famili : Euglenaceae
- Genus : *Euglena*
- Species : *Euglena viridis*

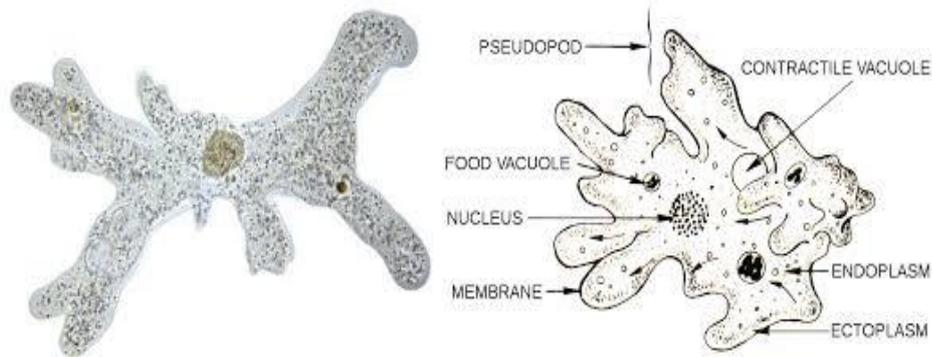


b) Protista Mirip Hewan

Protista mirip hewan dapat disebut sebagai zooplankton (uniseluler) atau protozoa (multiseluler).

Klasifikasi Protozoa berdasarkan alat geraknya:

Filum	Alat Gerak
Rhizopoda (sarcodina)	Pseudopodia
Flagellata (Mastigophora)	Flagel
Ciliata (Ciliophora)	Silia
Sporozoa (apicomplexa)	Tanpa alat gerak



Gambar 47. Protozoa Mirip Hewan (*Amoeba proteus*)
 Sumber. https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Amoeba_proteus

Klasifikasi *Amoeba proteus*

Kingdom : Protozoa

Class : Tubulinea

Ordo : Tubulinida

Famili : Amoebidae

Genus : Amoeba

Species : *Amoeba proteus*



4) Kingdom fungi

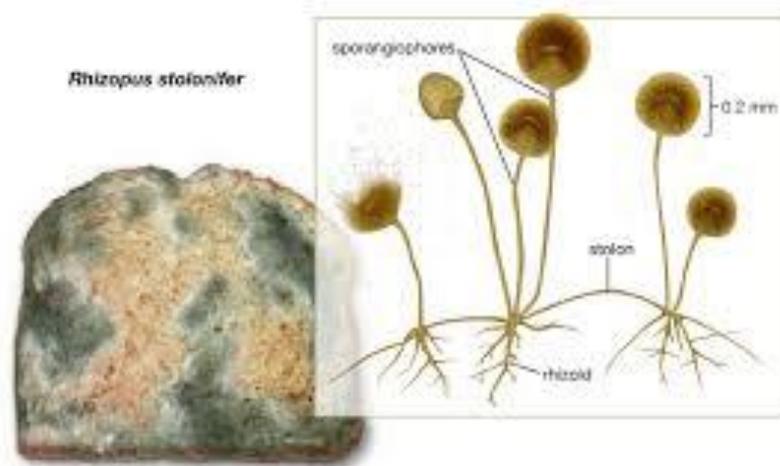
Fungi adalah sekelompok besar makhluk hidup eukariotik heterotroph yang mencerna makanannya di luar tubuh lalu menyerap molekul nutrisi ke dalam sel-selnya. Fungi memiliki bermacam-macam bentuk. Fungi memperbanyak diri secara aseksual dan seksual. Perbanyakan seksual dengan cara meleburnya dua hifa membentuk zigot kemudian zigot berkembang menjadi tubuh buah, sedangkan perbanyakan aseksual dengan cara membentuk spora, bertunas, atau fragmentasi hifa.

Klasifikasi fungi berdasarkan atas perbedaan spora aseksual dan seksualnya.

Tabel 3. Klasifikasi Fungi

Divisi	Spora Aseksual	Spora Seksual
Zygomycota	Sporangiospora	Zigospora
Ascomycota	Konidiospora	Aksospora
Basidiomycota	Konidiospora	Basidiospora
Deuteromycota	Sporangiospora/konidiospora	Tidak diketahui

Contoh dari Zygomycota adalah *Rhizopus sp*, *Mucor mucedo*, dan *Bauveria bassiana*.



© 2013 Encyclopædia Britannica, Inc.

Gambar 48. Rhizopus stolonifer pada Roti



Contoh dari Ascomycota adalah *Saccharomyces cerevisiae* (pembuatan roti dan alcohol), *Aspergillus sojae* (pembuatan kecap), *Penicilium notatum* (penghasil antibiotic).



Gambar 49. *Aspergillus* sp (Jenis dari Ascomycota)
Sumber. <https://www.emlab.com/app/fungi/Fungi.po?event=fungi&type=primary&species=5>

Contoh dari Basidiomycota adalah *Auricularia polytricha* (jamur kuping), *Lentinus edodes* (jamur shitake), dan *Volvariella volvacea* (jamur merang).



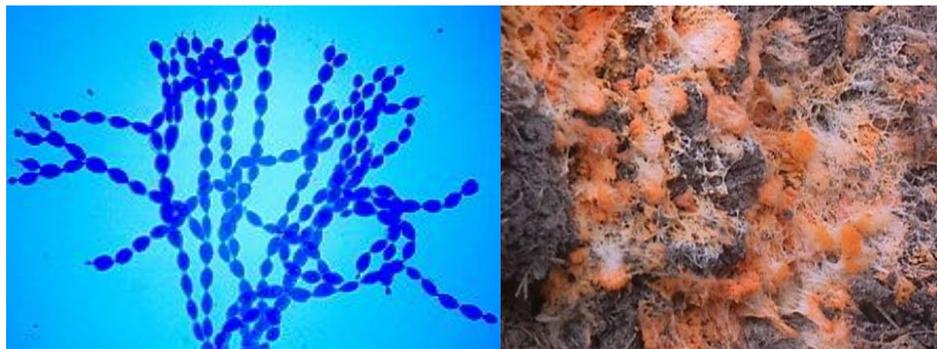
Gambar 50. *Volvariella volvacea* (jamur merang)
Sumber. https://id.wikipedia.org/wiki/Jamur_merang



Klasifikasi dari *Volvariella volvaceae*

Kingdom : Fungi
Divisio : Basidiomycota
Kelas : Homobasidiomycetes
Ordo : Agaricales
Famili : Pluteaceae
Genus : *Volvariella*
Species : *Volvariella volvaceae*

Contoh dari Deuteromycota adalah *Trichopytan* dan *Epidermophyton* (penyebab kurap), *Tinea versicolor* (penyebab panu), *Neurospora sitophyla* (pembuat oncom).



Gambar 51. *Neurospora sitophyla* berperan dalam Pembuatan Oncom

Klasifikasi dari *Neurospora sitophyla*:

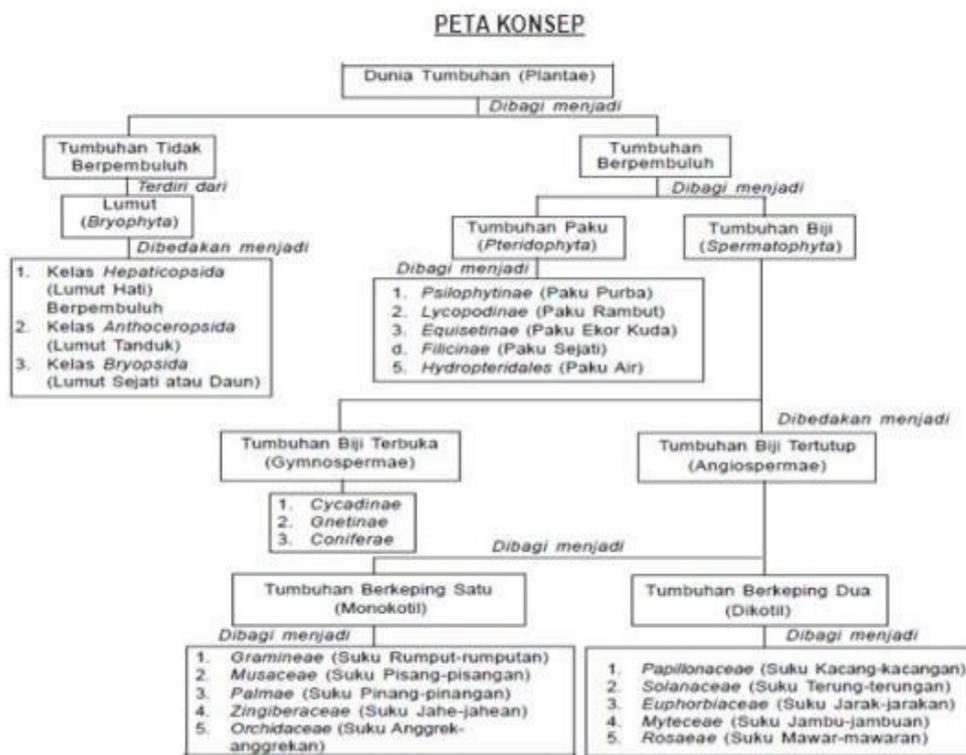
Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Ascomycetes
Order : Sordariales
Family : Sordariaceae
Genus : *Neurospora*
Spesies : *Neurospora sitophyla*



5) Kingdom Plantae

Ciri yang mudah dikenali pada kingdom ini yaitu warna hijau yg dominan akibat kandungan pigmen klorofil yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Tumbuhan secara umum bersifat autotrof. Karena sifatnya yang autotroph, tumbuhan selalu menempati posisi pertama dalam rantai aliran energy melalui organisme hidup (rantai makanan).

Menurut Campbell (1998:550), anggota Plantae dapat diklasifikasikan kedalam 12 divisio seperti pada peta konsep di bawah ini.



Gambar 52. Peta Konsep Kingdom Plantae

6) Kingdom Animalia

Tubuh hewan tersusun atas banyak sel yang telah berdiferensiasi membentuk jaringan. Hewan tidak dapat membuat makanannya sendiri sehingga bersifat autotroph. Kelompok ini terdiri dari semua hewan, yaitu hewan tidak bertulang belakang (invertebrate/avertebrata) dan hewan bertulang belakang (vertebrata).



Tabel 4. Tingkatan Klasifikasi Kingdom Animalia

KINGDOM ANIMALIA		
Vertebrata		Avertebrata
Tetrapoda	Pisces	Porifera
Mamalia	Agnatha	Coelenterata
Aves	Chondrichthyes	Platyhelminthes
Amphibi	Osteichthyles	Nematoda
Reptilia		Annelida
		Molusca
		Anthropoda
		Echinodermata

2. Tujuan dan Manfaat Klasifikasi

Sistem klasifikasi makhluk hidup terus berkembang, oleh karena itu makhluk hidup dipelajari tersendiri dalam cabang ilmu biologi, yaitu taksonomi yang khusus membahas sistem pengelompokan makhluk hidup.

Tujuan dari klasifikasi makhluk hidup adalah:

- Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri-ciri yang dimilikinya.
- Mendeskrripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan dengan makhluk hidup jenis lain.
- Menyederhanakan pembelajaran dan ilmu mengenai pengelompokan makhluk hidup.
- Mengetahui hubungan kekerabatan antar makhluk hidup
- Memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya.

Berdasarkan tujuan tersebut, sistem klasifikasi makhluk hidup memiliki manfaat seperti berikut:

- Memudahkan kita mempelajari makhluk hidup yang sangat beraneka ragam.
- Mengetahui jenis-jenis makhluk hidup.
- Mengetahui hubungan kekerabatan antar makhluk hidup satu dengan yang lainnya



3. Taksonomi

Taksonomi adalah ilmu yang mempelajari pengelompokan atau klasifikasi organisme. Untuk melihat jauh dekatnya kekerabatan suatu organisme satu dengan organisme lainnya, para ahli membuat system pengelompokan-pengelompokan atau klasifikasi yang disebut tingkatan takson. Pembagian kelompok takson dari kelompok besar sampai ke kelompok yang lebih khusus atau tingkat jenis, secara garis besar dan berurutan ditulis sebagai berikut :

Kingdom – Divisi – Kelas – Bangsa – Suku – Marga – Jenis

a. Kingdom

Kingdom merupakan tingkat takson tertinggi yang membagi makhluk hidup menjadi 6 golongan pokok, yaitu Kingdom Archaeobacteria, Eubacteria, Protista, Jamur (Fungi), Tumbuhan (Plantae), dan hewan (Animalia).

b. Filum atau Divisi

Kingdom dibagi menjadi filum-filum (untuk hewan) dan divisi (untuk tumbuhan). Kingdom tumbuhan dibagi menjadi divisi-divisi menurut ciri-ciri yang umum. Misalnya tumbuhan berspora dan tidak berpembuluh masuk ke dalam divisi Bryophyta, sedangkan tumbuhan berspora dan berpembuluh masuk ke dalam Divisi Pteridophyta.

Untuk hewan, kategori ini dikelompokkan berdasarkan prinsip dasar yang sama. Beberapa filum pada hewan yaitu :

- 1) Filum Vertebrata. Homo sapiens (manusia) dan Chanos chanos (bandeng), memiliki bentuk tubuh dan habitat berbeda, tetapi prinsip dasarnya sama yaitu memiliki tulang belakang (vertebrata)
- 2) Filum Arthropoda terdiri atas berbagai hewan dengan bentuk tubuh berbeda, tetapi prinsip dasarnya sama, yaitu kakinya terdiri atas segmen-segmen yang memiliki persendian.



c. Kelas

Divisi terbagi atas kelas-kelas yang memiliki ciri-ciri umum. Misalnya tumbuhan berbunga (Magnoliophyta) dibagi menjadi tumbuhan berkotiledon satu (monokotil atau kelas Liliopsida) dan tumbuhan berkotiledon dua (dikotil atau kelas Magnoliopsida) kelas Magnoliopsida terbagi lagi menjadi subkelas antara lain seperti Magnoliidae dan Rosidae.

Pada kelompok hewan, kelas terdiri atas semua hewan yang terbentuk atas adanya perbedaan sekunder dan prinsip dasar filumnya. Misalnya kelas Amphibia dalam subfilum vertebrata, memiliki prinsip dasar sama yaitu mempunyai tulang belakang, tetapi memiliki perbedaan dengan vertebrata lain yaitu dalam siklus hidupnya.

d. Ordo (Bangsa)

Ordo membagi kelas atau subkelas menjadi bagian yang lebih khusus lagi, misalnya subkelas Magnoliidae dibagi lagi menjadi ordo Magnoliales dan ordo Ranunculales. Pada hewan, kelas Mamalia yang terbagi atas ordo Carnivora, Insectivora, dan Rodentia yang berbeda dalam hal memperoleh makanan dan mengunyah makanan

e. Famili (suku)

Anggota takson setiap ordo terbagi lagi menjadi family-famili dengan perbedaan ciri makhluk hidup yang semakin kecil. Penulisan nama faili pada tumbuhan biasanya ditambah dengan akhiran–aceae. Contohnya Ordo Solanales dibagi lagi menjadi family Solanacea, Ordo Malvales dibagi mejadi famili Malvaceae. Namun, ada pula yang tidak menggunakan akhiran kata–aceae, misalnya Compositae (nama lain dari Astraceae) dan Graminae (nama lain dari Poaceae). Sementara pada nama famili hewan menggunakan akhiran-ideae, misalnya Felidae (kucing) dan Canidae (anjing).



f. Genus (Marga)

Anggota takson setiap famili dibagi lagi menjadi genus-genus berdasarkan persamaan ciri-ciri tertentu. Tomat dan terung terlihat berbeda, namun berada dalam satu genus yaitu *Solanum* karena memiliki persamaan struktur pada alat reproduksi. Pada hewan, kucing hutan dan kucing pasir berada pada genus yang sama yaitu *Felis* walaupun mereka memiliki perbedaan ukuran tubuh yang mencolok.

g. Spesies

Tumbuhan atau hewan yang memiliki sifat sama baik dalam hal morfologi, anatomi, dan fisiologi dikelompokkan dalam satu spesies. Makhluk hidup dalam satu spesies memiliki jumlah dan susunan kromosom yang sama. Jika terjadi perkawinan dalam satu spesies, maka akan dihasilkan keturunan yang fertile.

Setiap takson diberi nama ilmiah tertentu. Sistem penamaan takson untuk klasifikasi tumbuhan lebih teratur daripada klasifikasi hewan, karena setiap nama golongannya memiliki akhiran tertentu. Perbedaan nama ilmiah untuk setiap takson adalah didasarkan kepada banyak sedikitnya karakter persamaan dan perbedaan dalam identifikasi dan deskripsi dari organisme tersebut. Karakter organisme mencakup warna, bentuk, tekstur, alat reproduksi, dan ciri lainnya.

Prinsip lain dalam system klasifikasi menurut Linnaeus adalah penggunaan dua kata untuk pemberian nama khusus, yaitu nama genus dan spesies makhluk hidup tersebut. Cara penamaan ini disebut dengan *binomial nomenklatur*. Aturan ini kemudian dibakukan secara internasional untuk semua Negara. Penamaan tingkat takson dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

a. Nama jenis atau spesies

Ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi dalam penulisan nama spesies dengan system tata nama binomial adalah:

- 1) Huruf pertama dari kata yang menunjukkan marga (genus) ditulis dengan huruf besar. Kata kedua ditulis dengan huruf kecil. Contoh : *Zea mays*



- 2) Jika nama jenis ditulis tangan, maka penamaan harus digaris bawah tanpa cetak miring. Contoh: *Zea mays*
 - 3) Jika nama penunjuk jenis pada tumbuhan lebih dari dua kata, kedua kata tersebut harus dirangkai dengan tanda penghubung. Contoh: *Hibiscus rosa-sinensis*, sedangkan pada hewan tidak dirangkai dengan tanda penghubung. Contoh : *Felis maniculata domestica*
- b. Nama marga atau genus
Nama marga atau genus tumbuhan dan hewan hanya terdiri atas satu kata. Huruf pertamanya ditulis dengan huruf besar, Contoh : *Solanum* (terung-terungan) dan *Felis* (kucing).
 - c. Nama suku atau family
Nama family diambil dari genus organisme yang bersangkutan ditambah dengan akhiran *aceae* untuk tumbuhan dan *idae* untuk hewan. Contoh : Famili Solanaceae (*solanum* + *aceae*) dan family felidae (*felis* + *idae*)
 - d. Nama ordo atau bangsa
Nama ordo pada tumbuhan biasanya diakhiri dengan *-ales*, sedangkan pada hewan tidak ada aturan tertentu. Contoh : Solanales (*Solanum* + *ales*)
 - e. Nama kelas
Nama kelas pada tumbuhan biasanya diakhiri dengan akhiran *-opsida*, sedangkan untuk nama kelas pada hewan tidak ada aturan tertentu. Contoh kelas pada tumbuhan : Magnoliopsida dan Liliopsida
 - f. Nama divisi atau filum
Nama divisi pada tumbuhan biasanya diakhiri dengan *-phyta*, sedangkan untuk nama filum hewan tidak ada aturan tertentu.
Secara keseluruhan, proses penamaan tingkat takson dijabarkan pada tabel berikut ini

Tingkat Takson	Tumbuhan	Hewan
Divisi/filum	-phyta	-
Kelas	-opsida	-
Ordo	-ales	-
Famili	-aceae	-idea



4. Tahapan Klasifikasi

Apabila kita cermati, kita akan melihat makhluk hidup di alam ini beraneka ragam. Makhluk hidup yang beraneka ragam jenis ini memiliki persamaan dan perbedaan ciri khas. Berdasarkan hal itu, makhluk hidup dapat digolongkan kepada golongan tertentu. Klasifikasi memudahkan kita dalam menyebutkan nama dan juga spesiesnya. Kita perlu tahu makhluk hidup harus melalui serangkaian tahapan guna untuk mengklasifikasikannya, yaitu sebagai berikut:

a. Identifikasi

Identifikasi adalah pengamatan kepada makhluk hidup yang akan diklasifikasi nantinya. Makhluk hidup yang harus diamati adalah ciri-ciri dan juga sifat makhluk hidup tersebut. Pengamatan fisiologi, morfologi, anatomi, kromosom dan juga tingkah laku. Ditahap ini kita akan menentukan perbedaan dan persamaan antara dua makhluk hidup. Setelah itu kita akan menentukan apakah kedua makhluk hidup itu sama.

b. Pengelompokkan

Makhluk hidup memiliki ciri serupa dengan dengan dikelompokkan dalam unit-unit yang disebut takson. Bentuk pengelompokkan unit-unit takson ini dapat dijelaskan seperti urutan takson dibawah ini.

- 1) Lebih dari satu spesies dengan ciri tertentu yang dikelompokkan untuk membentuk sebuah takson genus.
- 2) Genus yang memiliki ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson family.
- 3) Beberapa ciri ordo dengan ciri-ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson kelas.
- 4) Denga ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson divisio (tumbuhan) dan takson fillum (hewan).

c. Pemberian Nama

Pemberian nama makhluk hidup merupakan hal yang penting dalam klasifikasi. Ada berbagai penamaan makhluk hidup antara lain pemberian nama dengan sistem tata nama ganda (Binomial Momenclature), dengan adanya nama makhluk hidup maka ciri dan sifat makhluk hidup akan mudah dipahami.



5. Kunci Determinasi

Kunci determinasi atau kunci dikotom adalah cara atau langkah untuk mengenal organisme dan mengelompokkan dan menggolongkan makhluk hidup. Kunci ini digunakan untuk mencari nama hewan atau tumbuhan yang belum diketahui. Aturan dalam kunci determinasi adalah membandingkan ciri-ciri morfologi organisme yang berlawanan. Kunci dikotomis terdiri dari sederetan pernyataan yang terdiri dari dua baris dengan ciri yang berlawanan. Kunci determinasi pertama diperkenalkan oleh Carolus Linnaeus tetapi sebenarnya Lamarck (1778) yang pernah menggunakan kunci modern untuk identifikasi.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan kunci determinasi adalah sebagai berikut.

- a. Kunci harus dikotomi
- b. Kata pertama dalam tiap pernyataan dalam satu kuplet harus identic, contoh:
 - 1) Tumbuhan berumah satu...
 - 2) Tumbuhan berumah dua...
- c. Pilihan atau bagian dari kuplet harus kontradiktif sehingga satu bagian bisa diterima dan yang lain ditolak
- d. Hindari pemakaian kisaran yang tumpang tindih atau hal-hal yang bersifat relative dalam kuplet, contoh panjang daun 4-8 cm, daun besar atau kecil.
- e. Gunakan sifat-sifat yang biasa diamati
- f. Pernyataan dari dua kuplet yang berurutan jangan dimulai dengan kata yang sama
- g. Setiap kuplet diberi nomor
- h. Buat kalimat pertanyaan pendek.

Cara menggunakan kunci determinasi antara lain sebagai berikut:

- a. Bacalah dengan teliti kunci determinasi mulai dari permulaan yaitu nomor 1a
- b. Cocokkan ciri-ciri tersebut pada kunci determinasi dengan ciri yang terdapat pada makhluk hidup yang diamati.



- c. Jika ciri-ciri tersebut pada kunci tidak sesuai dengan ciri makhluk yang diamati, harus beralih pada pernyataan dibawahnya dengan nomor yang sesuai. Misalnya pernyataan 1 a tidak sesuai, beralihlah ke pernyataan 1b.
- d. Jika ciri-ciri yang terdapat pada kunci determinasi sesuai dengan ciri yang dimiliki organisme yang diamati catatlah nomornya. Lanjutkan pembacaan kunci pada nomor yang sesuai dengan nomor yang ditulis dibelakang setiap pernyataan pada kunci.
- e. Jika salah satu pernyataan ada yang cocok atau sesuai dengan makhluk hidup yang diamati, alternatif lainnya akan gugur. Sebagai contoh kunci determinasi memuat pilihan:
 - 1) Tumbuhan berbupa herba, atau
 - 2) Tumbuhan berkayu

Jika yang dipilih 1a (tumbuhan herba), pilihan 1b gugur. Begitu seterusnya sehingga diperoleh nama family, ordo, kelas, dan divisi atau filum dari makhluk hidup yang diamati.

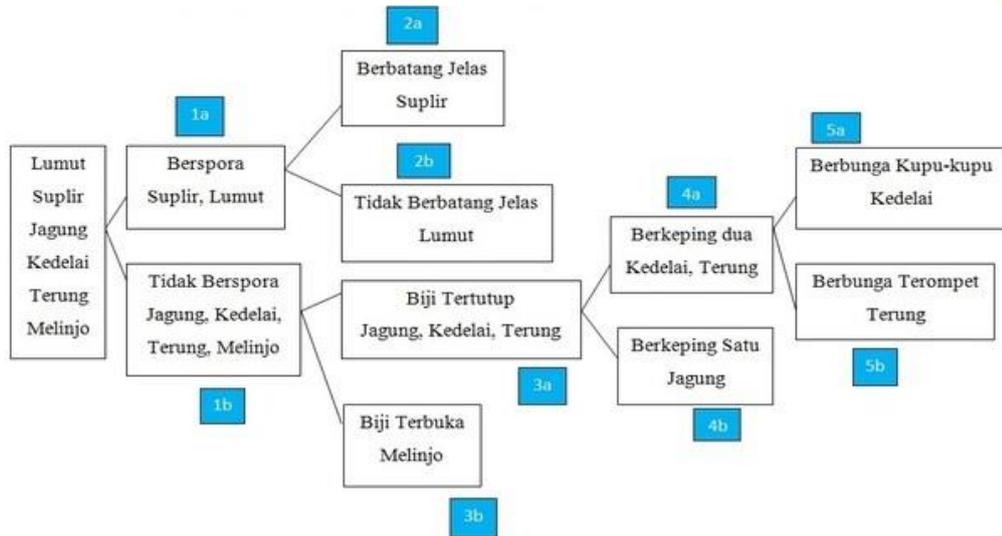
Contoh kunci determinasi tumbuhan 1 :

1. Apakah tumbuhan ini berdaun, berakar, dan berbuah ?
 - a. Jika ya, lanjutkan ke nomor 2
 - b. Jika tidak, lanjutkan ke nomor 5
2. Apakah tumbuhan itu berbunga ?
 - a. Jika ya, lanjutkan ke nomor 3
 - b. Jika tidak, tumbuhan tersebut tergolong *Gymno spermae*
3. Apakah tumbuhan tersebut daunnya berbentuk jarum ?
 - a. Jika ya, Tumbuhan tersebut tergolong *Gymno spermae*
 - b. Jika tidak, Lanjutkan ke nomor 4
4. Apakah tumbuhan tersebut bertulang daun sejajar ?
 - a. Jika ya, Tumbuhan tersebut tergolong Monokotil
 - b. Jika tidak, tumbuhan tersebut tergolong Dikotil
5. Apakah tumbuhan tersebut berklorofil ?
 - a. Jika ya, lanjutkan ke nomor 6
 - b. Jika tidak, Tumbuhan tersebut termasuk jamur



6. Apakah tumbuhan tersebut berdaun dan hidupnya di air ?
 - a. Jika ya, Tumbuhan tersebut tergolong Lumut
 - b. Jika tidak, tumbuhan tersebut tergolong Ganggang

Contoh Kunci Determinasi yang menunjukkan klasifikasi



Gambar 53. Kunci Determinasi Klasifikasi

Sumber. <http://rumus-kimia.com/pengelompokan-tumbuhan-dan-hewan-kunci-dikotom/>

Data pada diagram kunci dikotom di atas, jika ditulis akan menjadi kunci determinasi sebagai berikut.

1. a. Tumbuhan yang berspora 1a
b. Tumbuhan yang tidak berspora 1b
2. a. Tumbuhan yang berbatang jelas suplir
b. Tumbuhan yang tidak berbatang jelas lumut
3. a. Berbiji tertutup 3a
b. Berbiji terbuka belinjo
4. a. Biji berkeping dua 4a
b. Biji berkeping satu jagung
5. a. Berbunga kupu-kupu kedelai
b. Berbunga terompet terung



6. Kriteria yang digunakan sebagai dasar Klasifikasi

a. Kriteria Klasifikasi Tumbuhan

Dalam pengklasifikasian tumbuhan perlu diperhatikan berbagai kriteria sebagai berikut:

1. Jumlah sel penyusun tubuh tumbuhan; bersel satu (uniseluler) atau bersel banyak (multiseluler)
2. Organ perkembangbiakannya
3. Habitus tumbuhan saat hidup: tegak, menjalar, atau merambat
4. Struktur jaringan pengangkut (xylem dan floem)
5. Tipe silinder pusat (stele) : protosteles, sifonosteles, atau diktiosteles
6. Bentuk dan ukuran daun : makrofil atau mikrofil
7. Cara berkembang biak: seksual (generative) atau aseksual (vegetative); pada cara generative akan diperoleh hasil fertilisasi yang bersifat heterogamete dan isogamete.
8. Biji, bunga, dan buah; ada tidaknya biji dan bunga dapat dipakai untuk menentukan tingkat keprimitifan suatu tumbuhan

b. Kriteria Klasifikasi Hewan

Sama seperti tumbuhan, dalam klasifikasi hewan harus memperhatikan beberapa kriteria berikut:

- 1) Jumlah sel penyusun tubuh hewan; ada yang bersel tunggal (protozoa) dan bersel banyak (metazoa)
- 2) Tingkatan organisasi hewan yang didasarkan pada lapisan sel penyusun tubuh. Pada hewan primitive terdiri atas dua lapisan embrional (diploblastik), contohnya Porifera dan Coelenterata. Pada hewan yang lebih tinggi tingkatannya, tubuh terdiri atas tiga lapisan sel embrional (triploblastik), contohnya Chordata
- 3) Keberadaan saluran pencernaan makanan. Hewan tingkat rendah belum memiliki saluran pencernaan, sedangkan hewan tingkat tinggi memiliki lubang mulut, saluran pencernaan, dan anus.



- 4) Coelom, yaitu rongga tubuh yang dibatasi oleh dinding mesodermis dan dinding sebelah dalam dilapisi oleh peritoneum. Hewan yang memiliki rongga tubuh disebut euselomata, contohnya Chordata. Hewan yang tidak memiliki rongga tubuh digolongkan dalam tingkat yang lebih rendah yang disebut aselomata, contohnya cacing pipih.
- 5) Segmentasi, khususnya pada hewan bersel banyak (metazoa). Metazoa yang telah mengalami metameris pada tubuhnya menempati golongan yang lebih tinggi, contohnya Annelida, Arthropoda, dan Chordata.
- 6) Kerangka (skeleton). Hewan yang berkerangka luar (eksoskeleton), misalnya Arthropoda, lebih rendah tingkatannya daripada yang berkerangka dalam (endoskeleton), misalnya Chordata
- 7) Anggota badan yaitu bagian yang terproyeksi keluar untuk bergerak dan menangkap makanan. Misalnya tentakel pada anemone serta pada cacing tanah; antenna dan kaki pada Arthropoda, serta sirip, kaki, dan sayap pada vertebrata.
- 8) Bentuk tubuh; pada umumnya hewan memiliki bentuk yang simetris. Beberapa protozoa menunjukkan simetri bulat (radial), sedangkan beberapa filum yang lain simetri bilateral, misalnya Chordata. Selain itu ada juga bentuk asimetris.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tanya jawab tentang sistem klasifikasi makhluk hidup.
2. Peserta diklat menjawab sistem klasifikasi makhluk hidup,
3. Peserta diklat diminta mengamati teknik / cara mengklasifikasi makhluk hidup
4. Peserta diklat diminta mencoba melakukan klasifikasi tumbuhan atau hewan
5. Selanjutnya peserta diklat diminta melakukan praktik mengklasifikasikan makhluk hidup dengan menggunakan kunci determinasi,
6. peserta diklat melakukan praktikum, menggunakan kunci determinasi dalam mengklasifikasikan tumbuhan atau hewan, dengan Lembar Kerja sebagai berikut :





a. Klasifikasi Alami

a. Tujuan : Menyusun klasifikasi makhluk hidup berdasarkan system alamiah dan menentukan klasifikasi hewan berdasarkan ciri-ciri yang menonjol.

b. Alat dan Bahan:

Gambar-gambar jenis makhluk hidup dan alat tulis menulis

c. Cara Kerja :

a) Simak dan pelajari gambar-gambar hewan yang telah disediakan

b) Amati jenis penutup tubuh pada hewan-hewan tersebut

c) Catat hasil pengamatan dalam tabel berikut ini

No	Nama Hewan	Penutup Tubuh (sisik, bulu, rambut)

d) Diskusikan mengenai kesamaan dan perbedaan ciri pada hewan-hewan tersebut. Kelompokkan hewan tersebut berdasarkan sifat yang melekat pada struktur tubuh seperti sisik, kaki, dan warna. Dapat juga berdasarkan ciri yang tidak langsung melekat pada struktur tubuh seperti habitat hewan di air atau darat dan jenis makanannya seperti sayuran, buah-buahan, dll

e) Dari hasil praktik dan diskusi kelompok buatlah laporan yang lengkap .

f) Presentasikan laporan /hasil diskusi tersebut mengenai: dasar pengelompokan yang digunakan dalam klasifikasi tersebut dan alasannya, apakah dasar pengelompokan di atas merupakan ciri/sifat yang sudah melekat pada makhluk hidup tersebut atau ada dasar pengelompokan lainnya.

g) Hasil akhir dikumpulkan kepada fasilitator sebagai bahan penilaian portofolio





- b. Buatlah bersama dengan teman sekelompok anda untuk membuat kunci determinasi tumbuhan dengan dasar penggolongan klasifikasi bentuk daun dengan bantuan bagan kunci determinasi dibawah ini.
- c. Presentasikan didepan kelas.



Gambar 54. Bagan Kunci Determinasi Daun





E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Berikut takson-takson makhluk hidup :

- 1) Filum
- 2) Classis
- 3) Kingdom
- 4) Divisio
- 5) Famili
- 6) Spesies
- 7) Genus
- 8) Ordo

Tingkatan takson tumbuhan mulai dari tertinggi sampai terendah adalah

- a. 1-3-2-8-5-7-6
- b. 1-3-4-5-8-7-6
- c. 3-4-2-8-5-7-6
- d. 3-1-2-8-5-7-6
- e. 3-4-8-2-5-7-6

2. Berdasarkan system klasifikasi lima kingdom, bakteri dan ganggang biru termasuk kedalam dunia ...

- a. Animalia
- b. Plantae
- c. Fungi
- d. Protista
- e. Monera

3. Dibawah ini yang menunjukkan nama suku adalah....

- a. Rubiaceae
- b. Rubiales
- c. Myrtales
- d. Hibiscus
- e. Hibiscus rosasinensis





4. *Zea mays* adalah nama ilmiah tanaman jagung. Kata *zea* pada nama ilmiah tersebut menunjukkan..
 - a. familia
 - b. kelas
 - c. bangsa
 - d. genus
 - e. spesies

5. Berdasarkan system tata nama ganda, cara penulisan yang benar untuk nama jenis kelapa adalah....
 - a. *Cocos nucifera*
 - b. *Coccos nucifera*
 - c. *cocos nucifera*
 - d. *coccos nucifera*
 - e. *Cocos Nucifera*

TUGAS :

Lakukan pengklasifikasian dengan menggunakan kunci determinasi pada :

1. Tanaman semangka
2. Kumis kucing
3. Seledri
4. Ayam broiler
5. Ikan gurameh

Hasil pengklasifikasian di presentasikan di depan kelas , dan hasil akhir dikumpulkan pada fasilitator sebagai bahan penilaian portofolio



F. Rangkuman

Klasifikasi adalah suatu ilmu yang mempelajari pengelompokan makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri tertentu. Konsep ini pertama kali diusulkan oleh John Ray, dan disempurnakan oleh Carl Von Linne (1707-1778) seorang ahli botani berkebangsaan Swedia yang lebih dikenal dengan nama Carolus Linnaeus.

Tujuan dari klasifikasi makhluk hidup adalah:

1. Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri-ciri yang dimilikinya.
2. Mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan dengan makhluk hidup jenis lain.
3. Menyederhanakan pembelajaran dan ilmu mengenai pengelompokan makhluk hidup.
4. Mengetahui hubungan kekerabatan antar makhluk hidup
5. Memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya

Manfaatnya adalah seperti berikut:

1. Memudahkan kita mempelajari makhluk hidup yang sangat beraneka ragam.
2. Mengetahui jenis-jenis makhluk hidup.
3. Mengetahui hubungan kekerabatan antar makhluk hidup satu dengan yang lainnya

Kriteria yang biasa digunakan pada Klasifikasi Tumbuhan

1. Jumlah sel penyusun tubuh tumbuhan; bersel satu (uniseluler) atau bersel banyak (multiseluler)
2. Organ perkembangbiakannya
3. Habitus tumbuhan saat hidup: tegak, menjalar, atau merambat
4. Struktur jaringan pengangkut (xylem dan floem)
5. Tipe silinder pusat (stele) : protostele, sifonostele, atau diktiostele
6. Bentuk dan ukuran daun : makrofil atau mikrofil



7. Cara berkembang biak : seksual (generative) atau aseksual (vegetative); pada cara generative akan diperoleh hasil fertilisasi yang bersifat heterogamete dan isogamete.
8. Biji, bunga, dan buah; ada tidaknya biji dan bunga dapat dipakai untuk menentukan tingkat keprimitifan suatu tumbuhan.

Kriteria yang biasa digunakan pada Klasifikasi Hewan

1. Jumlah sel penyusun tubuh hewan; ada yang bersel tunggal (protozoa) dan bersel banyak (metazoa)
2. Jaringan penyusun tubuh. Pada hewan primitive terdiri atas dua jaringan embrional (diploblastik), contohnya Porifera dan Coelenterata. Pada hewan yang lebih tinggi tingkatannya, tubuh terdiri atas tiga jaringan embrional (triploblastik), contohnya Chordata
3. Saluran pencernaan makanan. Selom, yaitu rongga tubuh yang dibatasi oleh dinding mesodermis dan dinding sebelah dalam dilapisi oleh peritoneum. Hewan yang memiliki rongga tubuh disebut euselomata, contohnya Chordata. Hewan yang tidak memiliki rongga tubuh digolongkan dalam tingkat yang lebih rendah yang disebut aselomata, contohnya cacing pipih.
4. Segmentasi, khususnya pada hewan bersel banyak (metazoa).
5. Kerangka (skeleton)
6. Anggota badan
7. Bentuk tubuh.



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan, apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Diharapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan prinsip dasar, manfaat dan tujuan klasifikasi		
2	Dapat menjelaskan cara penulisan takson dalam system klasifikasi		
3	Dapat menjelaskan tahapan klasifikasi mulai dari 2 kingdom sampai 6 kingdom		
4	Dapat megidentifikasi tingkatan takson dalam tumbuhan dan hewan		
5	Dapat membuat kunci determinasi hewan dan tumbuhan		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut .



Kunci Jawaban

Kegiatan Pembelajaran 2

1. D
- 2.
3. D
4. C
5. B
6. A
7. B
8. E
9. C
10. A

Kegiatan Pembelajaran 3

1. C
2. D
3. A
4. D
5. A





Evaluasi

1. Keanekaragaman hayati timbul karena dipengaruhi faktor
 - a. Dari alam
 - b. Adaptasi yang dilakukan makhluk hidup
 - c. Lingkungan
 - d. Lingkungan dan gen
 - e. Makanan

2. Interaksi antara komponen biotik dan abiotik pada suatu tempat dinamakan....
 - a. populasi
 - b. Ekosistem
 - c. Komunitas
 - d. interaksi interspecies
 - e. predasi

3. Kelompok tumbuhan yang merupakan tingkatan dalam satu jenis adalah ..
 - a. Rumput, jahe, kunyit
 - b. Jambu, manga, papaya
 - c. Kelapa sawit, kelapa gading, aren
 - d. Kelapa sawit, kelapa hjau, kelapa daging

4. Berbagai buah jeruk yaitu jeruk bali, jeruk nipis, dan jerukpontianak. Hasil persilangan tanaman ini tidak pernah menghasilkan biji. Hal ini menunjukkan keanekaragaman hayati tingkat ...
 - a. Varietas
 - b. Genus
 - c. Ekosistem
 - d. Gen
 - e. Filogenik





5. Akibat adanya keanekaragaman genetika adalah ...
 - a. Tidak ada individu yang sama dengan individu lain
 - b. Tidak ada ekosistem yang sama
 - c. Keanekaragaman lingkungan hidup
 - d. Setiap spesies memiliki sifat yang unik
 - e. Terjadi klasifikasi organisme

6. Kelompok tumbuhan berikut yang menunjukkan keanekaragaman spesies adalah ..
 - a) Padi atomita, padi rojolele, dan padi pelita
 - b) Kelapa gading, kelapa hijau, dan kelapa merah
 - c) Kacang panjang, kacang hijau, dan kacang kedede
 - d) Mawar bunga merah, mawar bunga putih, dan mawar bunga merah muda
 - e) Manga harum manis, manga indramayu, dan manga golek

7. Karakteristik fauna Indonesia mencerminkan posisi diantara daerah biogeografi ...
 - a. Palearktik dan Australia
 - b. Australia dan Ethiopia
 - c. Ethiopia dan oriental
 - d. Palearktik dan oriental
 - e. Australian dan oriental

8. Penyebaran fauna di Indonesia memiliki suatu keunikan tersendiri yang berkaitan dengan letak geografis. Berikut ini yang bukan merupakan keunikan penyebaran fauna di Indonesia ...
 - a. Ada sebagian yang termasuk kawasan oriental (benua Asia)
 - b. Ada sebagian yang termasuk kawasan Australia (benua Australia)
 - c. Tidak bercampurnya hewan-hewan kawasan lain di wilayah Indonesia
 - d. Adanya garis Wallace (garis abstrak sebagai pemisah di Selat Sulawesi, Barat, dan Tengah)
 - e. Adanya garis Weber (garis pemisah abstrak) sebagai pemisah di timur Sulawesi (tengah dan timur)





9. Usaha-usaha pelestarian dengan cara mengembangbiakkan hewan atau tumbuhan di daerah asalnya disebut ...
 - a. Pelestarian in situ
 - b. Pelestarian ex situ
 - c. Suaka margasatwa
 - d. Perlindungan alam
 - e. Cagar alam

10. Makhluk hidup tergolong dalam spesies yang sama apabila ..
 - a. Memiliki ciri morfologi yang sama
 - b. Memiliki ciri fisiologi yang sama
 - c. Jika terjadi perkawinan hasilnya keturunan yang steril
 - d. Memiliki ciri anatomi dan lingkungan sama
 - e. Jika terjadi perkawinan hasilnya keturunan yang fertile

11. Nama ilmiah tomat adalah *Solanum lycopersicum* dan kentang adalah *Solanum tuberosum*, artinya kedua tanaman ini ...
 - a. Memiliki genus yang sama dan spesies yang berbeda
 - b. Memiliki varietas yang sama dengan spesies yang berbeda
 - c. Memiliki spesies sama dan genus berbeda
 - d. Memiliki spesies sama dan varietasnya pun sama
 - e. Memiliki perbedaan spesies dan genus

12. Di Kebun Raya Bogor terdapat papan yang bertuliskan Gymnospermae, Gnetales, Gnetinae, Gnetum gnemon pada sebuah pohon. Data tersebut menunjukkan urutan dari ...
 - a. Subdivisi, ordo, family, dan spesies
 - b. Divisi, family, genus, dan spesies
 - c. Subdivisi, kelas, family, dan genus
 - d. Subdivisi, kelas, ordo, dan spesies
 - e. Divisi, kelas, family, dan genus





13. Cara menuliskan ordo dalam klasifikasi makhluk hidup yang benar adalah ..
 - a. Zingiberaceae
 - b. Equietinaea
 - c. Canidae
 - d. Zingiberales
 - e. Zingiber sp

14. Buaya dan katak berada dalam satu filum, tetapi memiliki kelas yang berbeda. Hal tersebut disebabkan ...
 - a. Jenis penutup tubuh sama
 - b. Jenis simetri tubuh berbeda
 - c. Jumlah ruang jantung berbeda
 - d. Jenis rangka tubuh berbeda
 - e. Jenis alat respirasi sama

15. Perhatikan tata cara penulisan ilmiah dibawah ini.
 - a. Ditulis dengan huruf cetak miring
 - b. Huruf kata pertama dan kedua menggunakan huruf besar dan sambung
 - c. Kata pertama menggunakan huruf besar, sedangkan huruf kata kedua menggunakan huruf kecil
 - d. Kata pertama dan kata kedua ditulis terpisah
 - e. Nama penulis dicantumkan dan ditulis sebelum genus

16. Dari pernyataan di atas, penulisan binomial yang benar sesuai dengan kaidah Carolus Linnaeus adalah ...
 - a. 1, 4, dan 5
 - b. 1, 3, dan 4
 - c. 2, 3, dan 5
 - d. 2, 3, dan 4
 - e. 3, 4, dan 5





Penutup

Demikian modul ini dibuat sebagai pendukung diklat guru mata pelajaran biologi bidang agrobisnis dan agroteknologi, semoga bermanfaat meningkatkan kompetensi guru mata pelajaran Biologi.

Modul ini masih jauh dari kesempurnaan untuk selanjutnya saran dan masukan yang bersifat membangun dari pengguna sangat diharapkan demi penyempurnaan modul ini. Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya disampaikan terima kasih.





Daftar Pustaka

Biologi LIPI .<http://www.biologi.lipi.go.id/>

Biologi Online <http://biologi-online.org/>

Budi, Herni. 2007. Biologi. Gema Ilmu.Jakarta

Campbell, N.A., JB. Reece,& L.G Mitchell. 2004. *Biology: Exploring Life*.
Needham: Pearson-Prentice Hall

Campbell, N.A., JB. Reece, & L.G Mitchell. 2005. *Biologi. Edisi ke 5*. Jilid 1, 2, dan 3.
Terjemahan dari: *Biologi.5thed*. Oleh Manalu, W. Jakarta: penerbit Erlangga

Kimbal, J.W. 1983. *Biology.5th Edition*. Reading. Massaschusetts

Kusumawati, Rohana., Dewi, Retnaningati. 2012. Biologi untuk SMA/MA Kelas X.
Klaten: Intan Pariwara.

Pratiwi, D.A., Sri, Maryati., Srikini., Suharno., Bambang. S. 2012. Biologi untuk
SMA/MA Kelas X. Jakarta: Erlangga

Whittaker, R.H. (January 1969), "New concepts of kingdoms or organisms.
Evolutionary relations are better represented by new classifications than
by the traditional two kingdoms",

Science163 (3863):150 60, Bibcode 1969Sci...163..150W,doi:10.1126/science.
163.3863. 150, PMID 5762760

Woese, C. R., & Fox, G. E. (1977). Phylogenetic structure of the prokaryotic
domain: the primary kingdoms. *Proceedings of the National Academy of
Sciences*, 14(11), 5088-5090.





Glosarium

- Abiotik** : Lingkungan yang terdiri atas makhluk tak hidup
- Autotrof** : membentuk makanan dari bahan anorganik dengan bantuan energy matahari
- Ekosistem** : Kumpulan ekosistem yang meliputi suatu wilayah yang luas dan mempunyai iklim tertentu
- Biotik** : Lingkungan yang terdiri dari makhluk hidup
- Ekosistem** : satu kesatuan antara makhluk hidup dengan lingkungan
- Fenotif** : ciri fisik dan fisiologis pada suatu organisme
- Flagela** : organela seperti cambuk yang digunakan untuk bergerak
- Gen** : bagian dari kromosom yang berfungsi sebagai pembawa sifat
- Genotif** : kandungan genetic suatu organisme
- Habitat** : tempat suatu organisme hidup, mengalami pertumbuhan dan perkembangan serta bereproduksi
- Individu** : makhluk hidup tunggal
- Klasifikasi** : pengelompokkan makhluk hidup kedalam kelompok-kelompok tertentu berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri
- Prokariota** : organisme yang memiliki inti sel tanpa selaput atau selubung
- Spesies** : suatu makhluk hidup yang apabila melakukan perkawinan menghasilkan keturunan yang fertile
- Takson** : nama umum tingkat-tingkat satuan taksonomi tanpa melihat peringkatnya
- Taksonomi** : cabang ilmu biologi yang mempelajari tata cara, prinsip, dan praktik pengklasifikasian makhluk hidup
- Variasi** : perbedaan sifat dalam satu jenis



MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



KELOMPOK
KOMPETENSI

MATA PELAJARAN
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN
AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2018

Jalan Jendral Sudirman, Gedung D Lantai 15, Senayan, Jakarta 10270
Telepon/Fax: (021) 5797 4130

www.gtk.kemdikbud.go.id