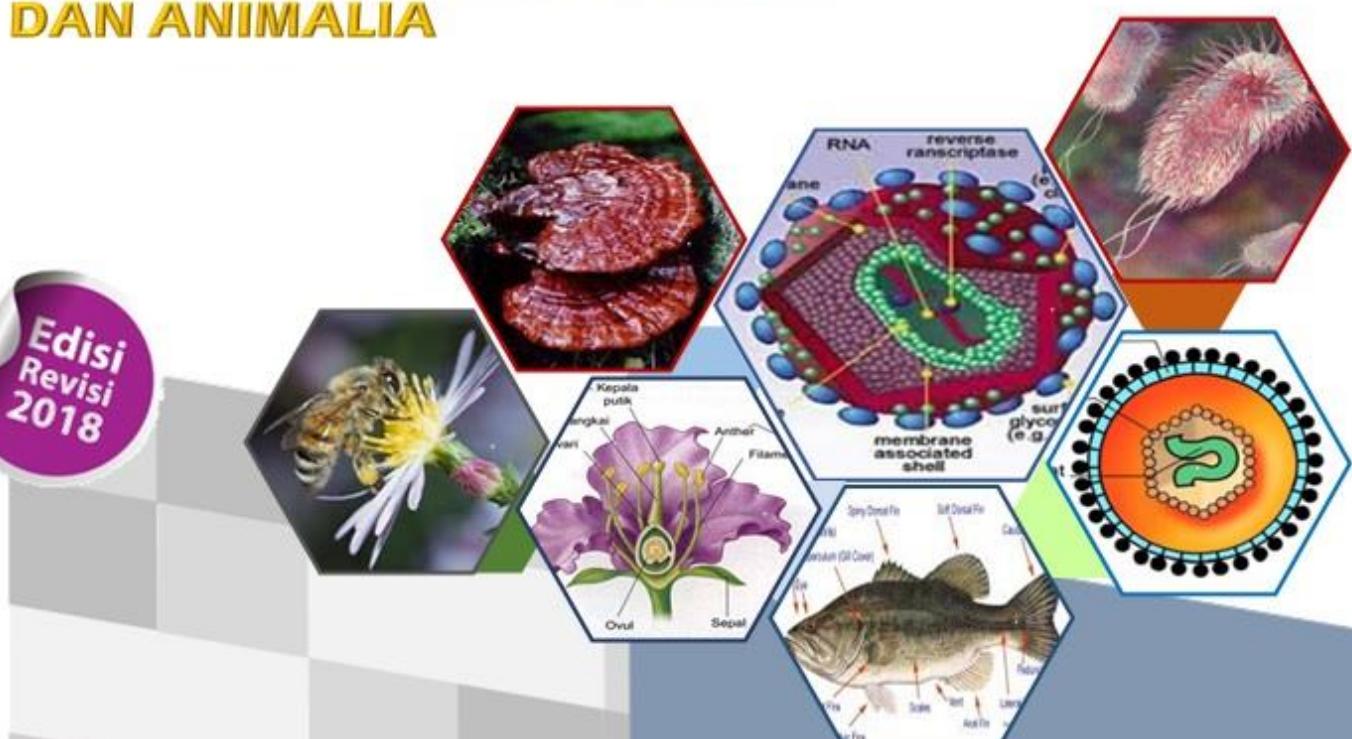


MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

G
KELOMPOK
KOMPETENSI

PROFESIONAL MIKROORGANISME, PLANTAE DAN ANIMALIA



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2018

MODUL

PENGEMBANGAN KEPERFESIAN BERKELANJUTAN

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

KELOMPOK KOMPETENSI : G

**PROFESIONAL
MIKROORGANISME, PLANTAE DAN ANIMALIA**

Penulis :

**Dra. Wisnuwati, M.Pd
Dr. Ir. Widi Agustin, MP**

Penelaah :

Dr. Suhara, M.Pd

Reviewer :

Dr. Ir. Widi Agustin, MP

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 ber karakter 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 Pendayaan 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 Thinking 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.....	2
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup.....	3
E. Saran Cara penggunaan modul	4
Kegiatan Pembelajaran 1. Virus, Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya dalam Kehidupan Sehari-hari	5
A. Tujuan.....	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	5
C. Uraian Materi	5
D. Aktivitas Pembelajaran.....	17
E. Latihan/Kasus/Tugas	19
F. Rangkuman.....	21
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	22
Kegiatan Pembelajaran 2. Bakteri, Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya dalam Kehidupan Sehari-hari	23
A. Tujuan.....	23
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	23
C. Uraian Materi	23
D. Aktivitas Pembelajaran.....	40
E. Latihan/Kasus/Tugas	42
F. Rangkuman.....	45
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	46



Kegiatan Pembelajaran 3. Jamur, Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya dalam Kehidupan Sehari-hari	47
A. Tujuan.....	47
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	47
C. Uraian Materi.....	47
D. Aktivitas Pembelajaran.....	60
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	62
F. Rangkuman.....	65
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	66
Kegiatan Pembelajaran 4. Plantae (Tumbuhan), Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya Dalam Kehidupan Sehari-hari	67
A. Tujuan.....	67
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	67
C. Uraian Materi.....	67
D. Aktivitas Pembelajaran.....	85
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	89
F. Rangkuman.....	91
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	92
Kegiatan Pembelajaran 5. Animalia (Hewan) Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya dalam Kehidupan Sehari-hari	93
A. Tujuan.....	93
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	93
C. Uraian Materi.....	93
D. Aktivitas Pembelajaran.....	127
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	132
F. Rangkuman.....	134
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	136
Kunci Jawaban.....	137
Evaluasi.....	139
Penutup	143
Daftar Pustaka.....	144
Glosarium.....	145



Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Memperlihatkan berbagai macam virus.....	6
Gambar 2. Strutur tubuh virus	7
Gambar 3. Komponen Virus	8
Gambar 4. Virus	9
Gambar 5. Replikasi virus.....	9
Gambar 6. Dua jenis virus bakteri berdasarkan virulensinya.	10
Gambar 7. Daur litik pada virus.	12
Gambar 8. TMV pada tembakau.....	16
Gambar 9. PStV pada kacang tanah	16
Gambar 10. Struktur tubuh satu bakteri	26
Gambar 11. Bakteri lopotrik pada <i>P. Fluorescens</i>	27
Gambar 12. Bakteri peritrik pada <i>S. Typhosa</i>	28
Gambar 13. Macam – macam bentuk bakteri	29
Gambar 14. Bakteri <i>Bacillus brevis</i> (antibiotik).....	36
Gambar 15. <i>Pseudomonas</i> sp.	36
Gambar 16. <i>Escherichia coli</i> di usus sapi	37
Gambar 17. Cendawan <i>Ustilago maydis</i> parasit pada jagung yang menyebabkan penyakit gosong	48
Gambar 18. Cendawan simbiosis mutualistik antara cendawan endomikoriza dan akar tanaman hortikultura	48
Gambar 19. Struktur somatik cendawan berupa sel tunggal (a), hifa septat (b) dan hifa aseptat (c)	49
Gambar 20. Daur hidup <i>R. stolonifer</i>	51
Gambar 21. <i>Pilobolus</i> padakotoran ternak.....	51
Gambar 22. (a) Jamur shiitake, (b). Jamur kuping.....	53
Gambar 23. <i>Ganoderma</i> sp.	54
Gambar 24. Variasi jamur tiram:a. jamur tiram coklat, b. jamur tiram putih	54
Gambar 25. Peningkatan pertumbuhan tanaman Pinus yang bersimbiosis dengan cendawan membentuk ektomikoriza.	57
Gambar 26. Liken yang melekat pada batu	59
Gambar 27. Morfologi tumbuhan	69



Gambar 28. Struktur bunga	70
Gambar 29. Tiga macam penyerbukan.....	73
Gambar 30. Penyerbukan oleh serangga	74
Gambar 31. Penyerbukan yang dibantu manusia	74
Gambar 32. Proses pembuahan.....	75
Gambar 33. Pembuahan pada <i>Gymnospermae</i>	77
Gambar 34. Perkembangan gametofit dan pembuahan ganda pada Angiospermae.....	78
Gambar 35. Keanekaragaman lumut, (a) lumut hati, (b) lumut daun, (c) lumut tanduk.....	83
Gambar 36. Tumbuhan paku (Pteridophyta).....	83
Gambar 37. Keanekaragaman Angiospermae.....	85
Gambar 38. Perbedaan tumbuhan monokotil dan dikotil.....	85
Gambar 39. Selom pada Annelida.....	97
Gambar 40. Bentuk tubuh <i>Planaria</i> sp	98
Gambar 41. Cacing: a. <i>Ascaris</i> b. <i>Oxyuris</i> sp c. <i>Wuchereria</i> sp	99
Gambar 42. Cacing nemathelminthes yang hidup parasit pada akar tanaman.....	101
Gambar 43. Beberapa contoh Annelida : a. cacing palolo, b.cacing tanah, c. Lintah.....	102
Gambar 44. Morfologi ikan nila	129
Gambar 45. Anatomi ikan Nila	130
Gambar 46. Syaraf ikan.....	130
Gambar 47. Sistem pencernaan ikan.....	130

Daftar Tabel

	Hal.
Tabel 1. Siklus hidup beberapa jenis cacing Nemathoda	100
Tabel 2. Pembagian kelas dari Filum Annelida	102
Tabel 3. Ciri- ciri Arthropoda	104
Tabel 4. klasifikasi insekta	110
Tabel 5. Masa kehamilan pada beberapa hewan.....	126



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Undang Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional mengamanahkan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya 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 2015 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 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 grade 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 Grade 7 difokuskan pada mikroorganisme (virus, bakteri, jamur, plantae dan animalia tentang ciri, sifat dan peranannya dalam kehidupan).

Adapun lingkup materi yang dibahas dalam Modul Diklat PKB Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Grade 7 yang difokuskan pada mikroorganisme (virus ,bakteri, jamur , plantae dan animalia tentang ciri, sifat dan peranannya dalam kehidupan).

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 tersebut dapat meningkat sesuai dengan yang ditargetkan oleh pemerintah.

B. Tujuan

Setelah menyelesaikan diklat ini peserta mampu menganalisis Virus, protista, bakteri, jamur, plantae, dan animalia tentang ciri,sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari-hari.



C. Peta Kompetensi

BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI	Modul	Judul
	A	Ruang Lingkup Biologi
	B	Keanekaragaman Hayati Dan Sistem Klasifikasi
	C	Sel, Jaringan, Dan Organ
	D	Pertumbuhan Dan Perkembangan Tumbuhan Dan Hewan
	E	Peran Enzim Pada Metabolisme , Reproduksi Pada Tumbuhan Dan Hewan
	F	Ekosistem Dan Interaksinya Dalam Kehidupan
	G	Mikroorganisme, Plantae Dan Animalia
	H	Pencemaran Dan Pengelolaan Limbah
	I	Genetika Dan Evolusi Bidang Agribisnis Dan Agroteknologi
	J	Apikasi Bioteknologi Pada Bidang Agribisnis Dan Agroteknologi

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi ini meliputi:

1. Kegiatan pembelajaran 1, Virus ,Ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
2. Kegiatan pembelajaran 2, Bakteri,Ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari,
3. Kegiatan pembelajaran 3, Jamur,Ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari,
4. Kegiatan pembelajaran 4, Plantae, Ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari,
5. Kegiatan pembelajaran 5, Animalia,Ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari,



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/ Mentor

- 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 praktik 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.
- 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.

Virus, Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya dalam Kehidupan Sehari-hari

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

Peserta diklat mampu menganalisis ciri-ciri sifat, reproduksi dan peranan virus dalam kehidupan sehari- hari dengan benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu menganalisis ciri-ciri virus dengan benar
2. Peserta diklat mampu menganalisis sifat virus dengan benar
3. Peserta diklat mampu mengidentifikasi reproduksi virus dengan benar
4. Peserta diklat mampu menerapkan peranan virus dalam kehidupan sehari-hari

C. Uraian Materi

1. Ciri, Sifat dan Keragaman Virus

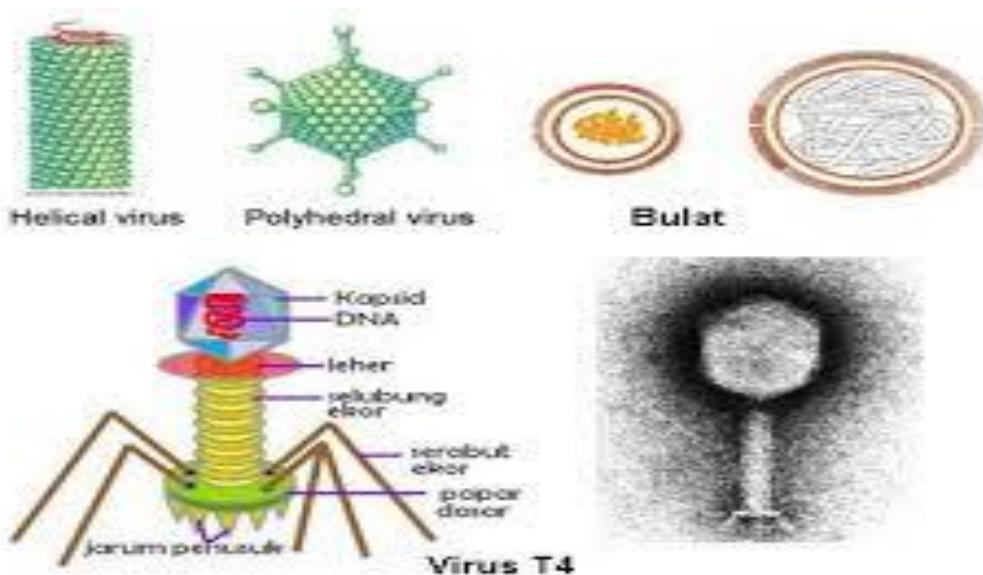
Selama hidupnya, seseorang yang pernah terkena AIDS tidak akan bisa sembuh secara total dari penyakit tersebut. Mengapa demikian? Hal itu karena penyebab AIDS adalah virus. Salah satu sifat virus adalah mampu bertahan di dalam sel/jaringan makhluk hidup dan kemudian menyerang sel/jaringan tersebut jika kondisi memungkinkan (misalnya, daya tahan tubuh menurun). Virus merupakan salah satu faktor penyebab penyakit, contohnya HIV, influenza, flu burung, mosaik tembakau, dan virus kentang. Namun, tahukah anda seperti apakah bentuk virus itu? Makhluk hidupkah dia? Benda matikah dia? Marilah kita pelajari dalam modul ini.



Sejarah Penemuan Virus

Keberadaan Virus mulai diketahui sejak penemuan Adolf Meyer, seorang ilmuwan Jerman, pada tahun 1883. Meyer menyelidiki penyakit bintik kuning pada tanaman tembakau sehat ternyata dapat menularkan penyakit bintik kuning. Penelitian itu diulangi oleh Dmitri Ivanowsky pada tahun 1893. Oleh Ivanowsky, ekstrak daun tembakau yang terkena penyakit kuning disaring dengan saringan bakteri. Hasil penyaringan itu masih menyebabkan penyakit kuning jika disuntikkan pada tanaman tembakau yang sehat.

Berdasarkan hal itu, disimpulkan bahwa penyebab penyakit itu berukuran lebih kecil dari bakteri karena lolos dalam saringan bakteri. Pada tahun 1897, seorang ahli mikrobiologi Belanda bernama Martinus W. Beijerinck melakukan percobaan terhadap penyakit bintik kuning tersebut. Hasil pencobaannya menunjukkan bahwa pathogen (penyebab penyakit) sebagai agen itu hanya dapat berkembang biak pada makhluk hidup. Pada tahun 1935, seorang ilmuwan Amerika Serikat bernama Wendell Stanley, Walaupun telah dikristalkan, patogen itu masih mampu menimbulkan penyakit jika disuntikkan pada tembakau yang sehat. Stanley memberi nama patogen tersebut *tobacco mosaic virus* atau TMV (virus mosaik tembakau). Virus berasal dari bahasa Latin, berarti racun atau bersifat membunuh.



Gambar 1. memperlihatkan berbagai macam virus, Sumber Campbell 2006

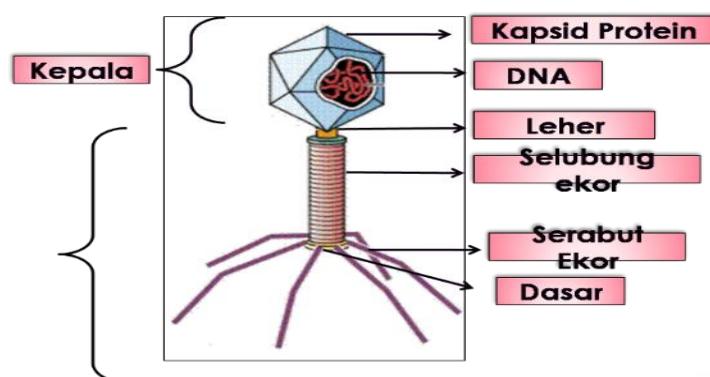


a. Ciri-ciri dan sifat virus

Virus bukan merupakan tumbuhan, hewan, atau mikroorganisme. Walaupun demikian, virus tampak seperti makhluk hidup hidup karena kemampuan berkembang biaknya yang sangat luar biasa. Namun, virus bukanlah makhluk hidup dalam arti yang sesungguhnya. Virus dapat bertahan hidup (tidak aktif) di luar sel inangnya, tetapi dapat berkembang biak dalam sel inang tertentu.

Tanpa sel inang, virus tidak dapat menjalankan fungsi hidup untuk melakukan proses metabolisme. Virus tidak dapat mensintesis protein karena tidak mempunyai ribosom yang berperan sebagai "mesin" pembentuk protein. Untuk itu, virus harus menginfeksi sel inang dan menggunakan ribosom sel inang untuk mentranslasi duta ARN virus guna membentuk protein virus.

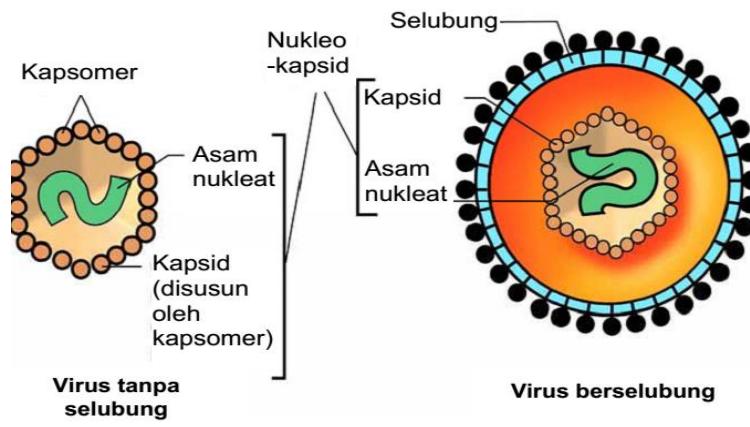
Virus tidak dapat menghasilkan atau menyimpan energi dalam bentuk ATP (adenosin trifosfat). Virus merupakan partikel berukuran sangat kecil dibandingkan dengan bakteri. Virus berukuran antara 10-400 nm (0.01-0.4 μm). Ukuran virus terlalu kecil untuk dapat dilihat dengan mikroskop cahaya biasa dan lolos dari saringan bakteri. Virus hanya dapat diamati dengan mikroskop elektron, tidak tersusun atas sel-sel. Semua virus mempunyai senyawa asam nukleat (DNA atau RNA) sebagai bahan inti. Namun, suatu virus hanya mengandung DNA atau RNA. Komponen satuan protein struktur yang membungkus asam nukleat virus dinamakan **kapsomer**, dan kumpulan kapsomer-kapsomer yang membungkus asam nukleat tersebut dinamakan **Kapsid**.



Gambar 2. Struktur tubuh virus, Sumber Campbell 2006



Struktur kapsid dan asam nukleat virus dinamakan **Nukleokapsid**

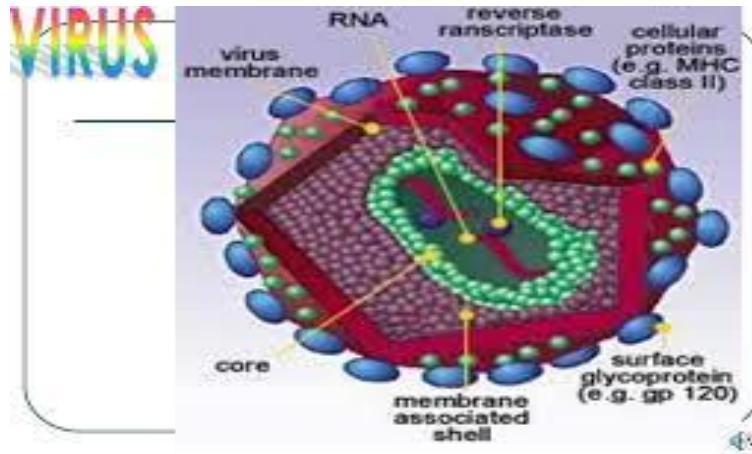


Gambar 3. Komponen Virus,Sumber Campbell 2006

Dalam bentuk yang tidak aktif atau berada di luar sel inang, sebuah partikel virus disebut virion. Setiap virion paling sedikit mengandung satu jenis asam nukleat (DNA atau RNA) sebagai bahan inti. Virion atau disebut juga benda seperti virus adalah pembawa penyakit (patogen) yang hanya mengandung asam nukleat (RNA) dan tidak mempunyai selubung protein.

Beberapa partikel lain seperti virus disebut prion dan viroid. Prion disusun oleh protein dan tidak memiliki asam nukleat, sedangkan viroid adalah molekul utas tunggal RNA dan merupakan patogen terkecil yang diketahui. Beberapa virus merupakan parasit pada sel-sel hewan, tumbuhan, dan beberapa jenis mikroorganisme tertentu. Contoh virus yang hanya menyerang satu jenis sel atau kumpulan sel (jaringan) pada makhluk hidup adalah influenza.

Virus influenza hanya menyerang sel-sel penyusun permukaan saluran pernapasan. Adapun virus yang menyerang bakteri, misalnya bakteri *Escherichia coli*, disebut bakteriophage. Virus disebut sebagai makhluk hidup peralihan, antara benda mati dan makhluk hidup. Virus memiliki sifat benda mati, yaitu dapat dikristalkan dan tidak berprotoplasma. Virus memiliki sifat makhluk hidup karena mampu berkembang biak dan mempunyai asam nukleat.

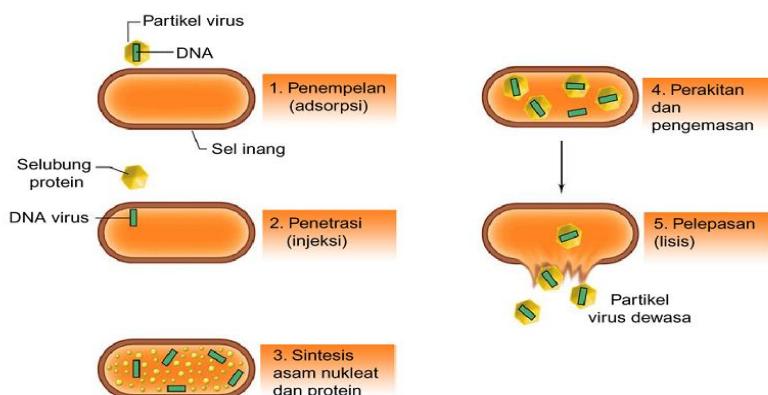


Gambar 4. Virus, Sumber Campbell 2006

Replikasi Virus

Virus mempunyai cara reproduksi yang berbeda dengan makhluk hidup lain. Virus hanya mampu berkembang biak di dalam sel makhluk hidup. Pada prinsipnya replikasi virus dapat dikategorikan kedalam 5 tahap:

1. Penempelan/adsopsi virion pada inangnya
2. Penetrasi virion atau asam nukleatnya ke dalam sel inang
3. Sintesis asam nukleat dan protein virus mulai dari awal sampai akhir infeksi. Awal infeksi, virus mengendalikan metabolisme sel untuk mensintesis asam nukleat dan protein virus baru. Akhir infeksi, protein struktural yang merupakan subunit pembungkus virus(kapsomer) disintesis.
4. Penyusunan (Assembly) subunit struktural (dan komponen membran pada virus berselubung lipid) dan pengepakan asam nukleat menjadi partikel virus.
5. Pelepasan virion dari sel inang

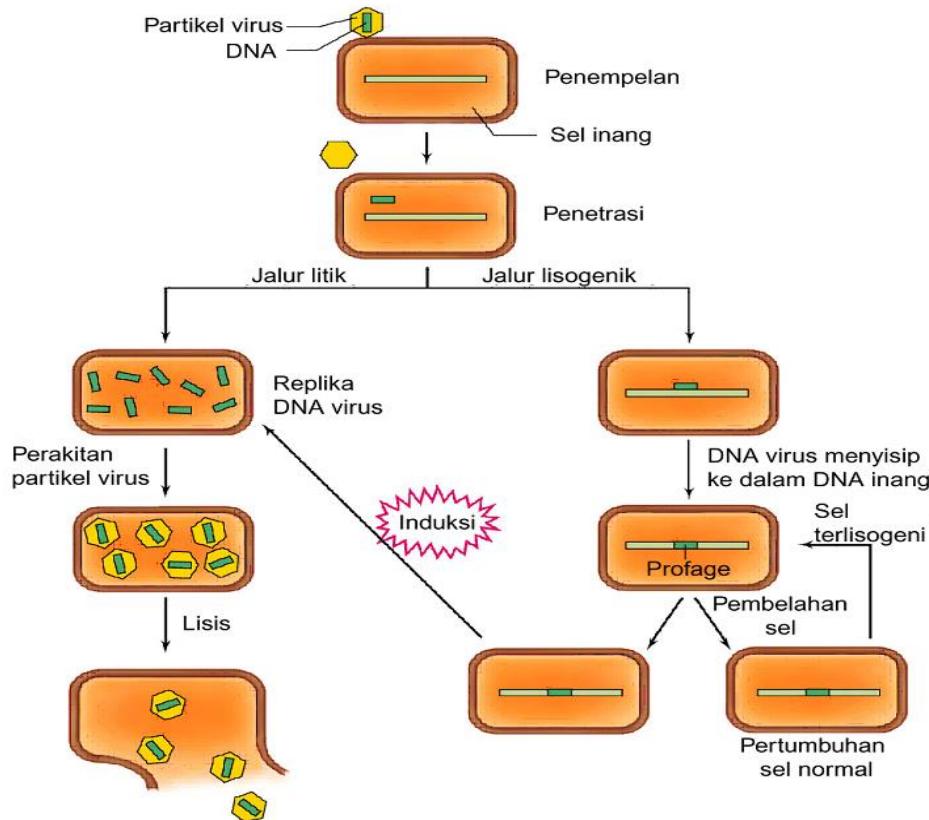


(Brock Biology of microorganisms, 2006)

Gambar 5. Replikasi virus , Sumber Campbell 2006



Berdasarkan virulensnya ada 2 jenis virus bakteri yaitu virus virulen/litik dan virus temperate/lisogeni.



(Brock Biology of microorganisms, 2006)

Gambar 6. Dua jenis virus bakteri berdasarkan virulensnya.

a. Daur litik

Untuk mempelajari virus litik, kita ambil contoh perkembangbiakan bakteriofag T4 di dalam sel bakteri *E. coli*. Partikel-partikel virus yang baru (hasil perkembangbiakan) dikeluarkan sel inang melalui proses lisis. Lisis adalah pecahnya membran sel inang dan keluarnya sitoplasma. Proses lisis menyebabkan sel inang mati dengan cepat, karenanya bakteriofag T4 bersifat virulen. Daur litik dapat berlangsung selama 20-40 menit. Selama satu kali daur litik dihasilkan 50-200 virus. Daur litik meliputi beberapa fase, yaitu *absorpi, penetrasi, replikasi, perakitan, dan lisis*.



1) *Fase-adsorpsi*

Penempelan serabut ekor bakteriofag T4 bagian reseptor *E. coli*

2) *Fase-penetrasi*

Selubung ekor virus berkontraksi dan menyuntikkan DNA bakteriofag T4 ke dalam sitoplasma bakteri *E. coli*. Sebelumnya, dinding sel *E. coli* meluruh karena kerja enzim lisozim yang ada dilempeng (cakram) dasar bakteriofag T4.

3) *Fase-replikasi*

DNA bakteriofag T4 mengarahkan bakteri *E. coli* untuk mengkode enzim hidrolitik guna menghancurkan DNA bakteri itu sendiri dan memperbanyak protein DNA serta enzim bakteriofag T4 melalui proses transkripsi dan translasi. Fase ini disebut *periode ekrips*.

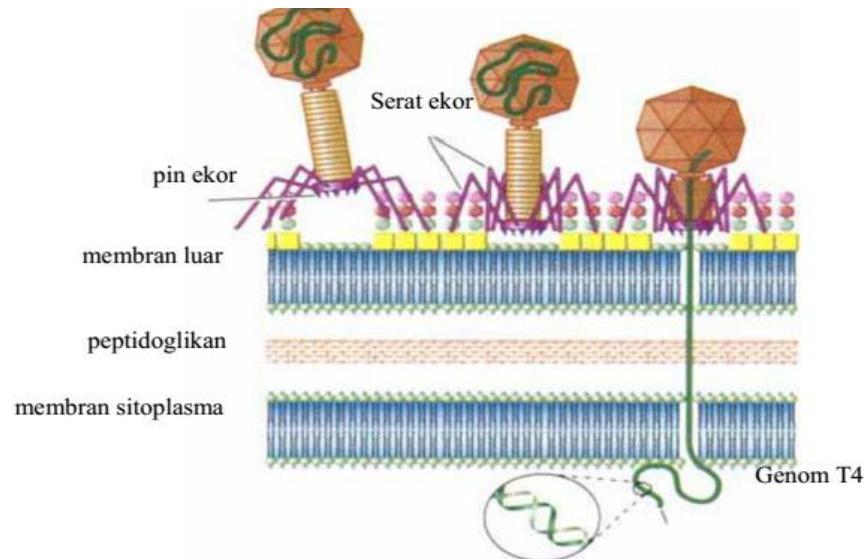
4) *Fase-perakitan*

Setelah menguasai proses metabolisme bakteri *E. coli*, genbakteriofag T4 mengarahkan sel *E. coli* untuk memproduksi komponen-komponen virus. Komponen-komponen tubuh virus yang berupa selubung protein, serabut ekor, dan kepala, selanjutnya dirakit membentuk virus-virus baru. Hasil rakitannya berupa bakteriofag T4 baru yang masih bersifat virion, yaitu virus yang belum aktif.

5) *Fase-lisis*

Setelah proses perakitan berakhir, bakteriofag T4 membentuk enzim lisis untuk merusak dinding sel *E. coli* menyebabkan bakteri mati dan keluarnya virion-virion bakteriofag T4. Virion-virion ini akan menjadi bakteriofag T4 yang aktif setelah menginfeksi bakteri *E. coli* yang lain. (Brock Biology of microorganisms, 2006).





Gambar 7. daur litik pada virus.

b. Daur lisogenik

Beberapa virus, antara lain herpes, HIV, dan bakteriofag lamda, berkembang biak melalui daur lisogenik. Pada daur lisogenik, materi genetik virus bergabung dengan materi genetik sel inang. Ketika sel inang membelah, materi genetik virus juga menggandakan dan diturunkan pada keturunannya. Pengaruh dari luar dan sinyal darimateri genetik kemungkinan menyebabkan materi genetik virusberada di bawah pengaruh materi genetik sel inang. Karena materi genetik virus dilindung oleh selubung protein dan tidak dapat menjalankan sendiri proses biokimiawinya, virus dapat hidup lama didalam sel inang. Beberapa virus dapat "tidur" di dalam materi geneticsel inang selama beberapa tahun sebelum berkembang biak.

Sebagai contoh, orang yang terinfeksi HIV dapat hidup tanpa menunjukkan virus penyebab AIDS itu ke orang lain. Pada daur lisogenik, partikel-partikel virus yang baru dibentuk melalui daur litik. Pada beberapa virus tertentu, daur litik dapat melengkapi daur lisogenik, misalnya pada bakteriofag lamda. Ketika memasuki daur lisogenik, DNA bakteriofag lamda mengalami rekombinasi dengan kromosom *E. coli*. DNA bakteriofag lamda yang menyisip pada materi genetik sel inang disebut **profag**.



Provir merupakan bahaya laten di dalam kromosom sel inang selama beberapa generasi yang suatu saat akan keluar dan memisahkan diri, kemudian memasuki daur litik. Virus yang dapat menjalani daur litik dan lisogenik disebut **temperate fag**.

1) Keragaman-virus

Virus dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis asam nukleatnya. Berdasarkan jenis asam nukleat yang dimilikinya, virus dapat dikelompokkan menjadi virus DNA dan virus RNA. Yang termasuk kelompok virus DNA adalah sebagai berikut.

- a) Adenoviridae, contohnya adenovirus
- b) Herpesviridae, contohnya virus herpes simpleks pada manusia
- c) Hepadnaviridae, contohnya virus hepatitis B
- d) Papovaridae, contohnya virus papilloma manusia.
- e) Parvoviridae, contohnya parvovirus.
- f) Poxviridae, contohnya virus cacar.

Termasuk kelompok virus RNA, antara lain:

- a) Picornaviridae, contohnya virus polio dan virus hepatitis A.
- b) Caliciviridae, contohnya virus hepatitis D.
- c) Togaviridae, contohnya virus rubella.
- d) Flaviridae, contohnya virus demam kuning dan virus hepatitis C.
- e) Coronaviridae, contohnya virus flu burung
- f) Rhabdoviridae, contohnya virus rabies.
- g) Paramyxoviridae, contohnya virus gondong (parotitis) dan viruscampak.
- h) Reoviridae, contohnya Rotavirus A penyebab diare.
- i) Retroviridae, contohnya virus HIV 1 dan 2 serta HTLV 1
- j) Orthomyxoviridae, contohnya virus influenza A,B, dan C (Gambar 15.).
- k) Bunyaviridae, contohnya virus Bunyamvera.
- l) Arenaviridae, contohnya virus limfosit koriomeningitis.



Peranan Virus Dalam Kehidupan

Pada umumnya, virus menyebabkan berbagai penyakit pada makhluk hidup. Namun, tidak semua virus merugikan. Beberapa virus sengaja dibudidayakan manusia untuk tujuan tertentu, yaitu meningkatkan kesejahteraan manusia. Beberapa manfaat virus antara lain ialah:

- a. Virus yang mengandung profag bermanfaat untuk pengobatan berbagai macam-penyakit.
- b. Untuk membuat interferon dari virus melalui rekayasa genetika.
- c. Untuk membuat vaksin (mikroorganisme yang dilemahkan sehingga sifat patogenitasnya hilang, akan tetapi sifat antigenitas tetap)
- d. Untuk membuat peta kromosom.

a. Penggunaan virus untuk medis

Teknologi kedokteran telah menggunakan bakteriofag (fag virulen) untuk mengenal dan mengidentifikasi bakteri patogen. Ketahanan dan kerentanan bakteri terhadap serangan bakteriofag dapat digunakan untuk menentukan galur-galur bakteri dalam sistem klasifikasinya. Setiap galur bakteri menunjukkan tipe lisis tertentu apabila terinfeksi oleh tipe fag tertentu pula.

Cara menentukan galur bakteri dengan melihat tipe lisis setelah diinfeksi fag tertentu disebut *penentuan tipe fag*. Proses penentuan ini secara rutin dipakai untuk mengidentifikasi bakteri patogen, misalnya stafilocokus dan basilus tifoid. Jadi, fag merupakan alat untuk mendiagnosis suatu penyakit dan untuk mengikuti penyebaran penyakit di masyarakat. Lisogenik pada bakteri merupakan suatu model konseptual untuk menelaah virus onkogenik (virus penyebab kanker) karena virus-virus itu juga mempunyai kemampuan untuk mengekalkan materi genetiknya dalam sel-sel yang terinfeksi.



b. Penggunaan virus untuk mengukur dosis radiasi

Kerentanan fag-fag tertentu terhadap radiasi yang telah diketahui dengan tepat digunakan untuk mengukur dosis radiasi. Hal itu dilakukan dengan cara mencampur fag ke dalam bahan yang akan diradiasi. Dosis radiasi kemudian dapat dihitung dari derajat kerusakan yang dialami oleh bakteriofag itu.

c. Penggunaan virus untuk membasi hama tanaman

Dalam bidang pertanian, virus dapat digunakan sebagai biopestisida untuk membasi hama tanaman budidaya, misalnya baculo virus. Virus ini apabila disemprotkan pada tanaman budidaya, tanpa sengaja akan termakan oleh serangga hama. Serangga hama menjadi sangat rakus dan sempat melakukan perkawinan. Akibatnya, virus itu menyebar ke serangga lain melalui perkawinan dan menyebabkan kematian massal. Kerugian yang disebabkan oleh virus. Selain bermanfaat, virus juga dapat menimbulkan kerugian, terutama karena dapat menyebabkan penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan.

d. Virus penyebab penyakit pada manusia

Virus penyebab penyakit pada manusia:

- 1) *Herpesvirus-varicelae*, penyebab penyakit cacar.
- 2) Virus polio, penyebab penyakit poliomielitis
- 3) Virus influenza, penyebab penyakit influenza atau flu.
- 4) Virus morbili, penyebab penyakit campak.
- 5) Virus rabies, penyebab penyakit rabies.
- 6) Virus H5N1, penyebab penyakit flu burung (avian influenza)
- 7) Paramyxovirus (virus parotitis), penyebab penyakit gondong.
- 8) HIV (Human Immunodeficiency Virus), penyebab AIDS (Gambar 18).

e. Virus penyebab penyakit pada hewan

Virus penyebab penyakit pada hewan adalah:

- 1) virus rabies (Rhabdovirus), penyebab penyakit rabies pada anjing, kucing dan monyet.
- 2) virus NCD, (New Castle Disease), penyebab penyakit tetelo pada ayam.

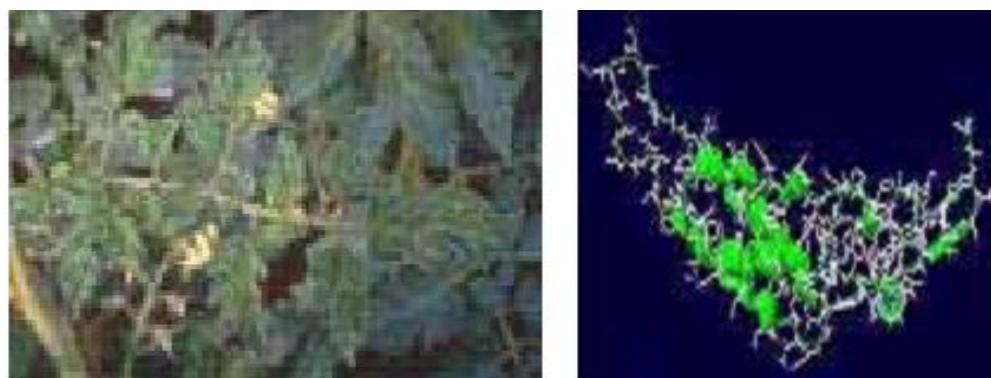


- 3) virus FMD (Foot and Mouth Disease), penyebab penyakit mulut dan kuku pada ternak
- 4) virus cowpox, penyebab penyakit cacar pada sapi.
- 5) Virus sarcoma (Rous Sarcoma Virus=RSV), penyebab tumorayam.
- 6) Virus bovine papilloma virus (BPV), penyebab tumor sapi.

f. Virus penyebab penyakit tumbuhan

Virus penyebab penyakit pada tumbuhan:

- 1) Virus mosaik, menyerang tanaman kentang, tomat dan tembakau .
- 2) Citrus Vein Phloem Degeneratif (CVPD), menyerang jeruk.
- 3) Virus tungro, menyerang tanaman padi.
- 4) Potato Yellow Mosaic Virus (PYMV), menyerang tanaman kentang.
- 5) Beans Yellow Mosaic Virus (BYMV), menyerang buncis.
- 6) Cucumber Mosaic Virus pada ketimun (Gambar 20).
- 7) PStV pada kacang tanah
- 8) Germinivirus pada *Capsicum annuum* (cabe merah)



Gambar 8. TMV pada tembakau., Sumber Campbell 2006



Gambar 9. PStV pada kacang tanah, Sumber Campbell 2006



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tanya jawab tentang Pengertian Virus, ciri , sifat ,reproduksi dan peranan dalam kehidupan sehari- hari
2. Peserta diklat menjawab , sesuai ingatanya tentang Pengertian Virus, ciri , sifat ,reproduksi dan peranan dalam kehidupan sehari- hari
3. Peserta diminta mengamati tentang struktur tubuh virus, ciri dan sifat dengan menggunakan slide, gambar atau bagan
4. Peserta diklat mengamati dan menggambar. Mencatat,tentang struktur tubuh, ciri, sifat replikasi dan peranannya
5. Selanjutnya peserta diklat di minta mengamati salah satu tanaman yang terserang virus , misalnya tanaman kacang, tanaman jeruk, atau tembakau
6. Peserta diklat mengidentifikasi daun/ tanaman yang terserang virus , tentang ciri- cirinya, warna, tanda- tanda , dan menggambarnya
7. Selanjutnya peserta diklat diminta melakukan praktik mengidentifikasi membandingkan antara tanaman yang sehat dengan tanaman yang terkena virus, dengan tabel.

Tabel pengamatan tanaman dengan tanaman kontrol

No	Indikator / obyek yang diamati	Tanaman Sehat	Tanaman yang terserang virus
1	Akar		
2	Batang		
3	Daun		
4	Bunga		
5	Buah		
6	Biji		

8. peserta diklat melakukan praktikum, mengidentifikasi jaringan tanaman yang terserang virus, dengan LK sebagai berikut :

Lembar Kerja

- a. **Judul :** Menganalisis **Jaringan tanaman yang terserang virus**
- b. **Tujuan :** Setelah menyelesaikan kegiatan ini peserta mampu menganalisis jaringan yang terserang virus



c. Alat dan Bahan :

- Mikroskop, Glass obyek, Glass penutup
- Spesimen tanaman yang terserang virus (tembakau, kacang atau jeruk)
- Pisau preparat

d. Langkah kerja :

- Sayatlah jaringan tanaman (akar, batang, daun) pada xilem atau floem
- Letakkan dipermukaan glass obyek , tetesi air dengan pipet
- Amati jaringan xilem atau floem yang terserang penyakit/ virus, bagaimana warnanya, bentuknya dan kondisinya
- Gambarlah pada lembar pengamatan anda
- Buat laporan hasil kegiatan ini

Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan/mempresentasikan hasil praktikum Identifikasi jaringan yang terserang virus, dan dikumpulkan kepada fasilitator

9. Selanjutnya disampaikan tanya jawab tentang Virus, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
10. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang Virus, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
11. Peserta diklat diminta menyimpulkan tentang Virus, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
12. Peserta diklat diminta untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
13. Peserta diklat membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang Virus, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari dan menyampaikan materi yang belum jelas
14. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , peserta diberi tugas dan latihan / tes
15. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes



E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan.

Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang tepat!

1. Virus dapat hidup secara
 - a. heterotrof fakultatif
 - b. parasit ekstraseluler
 - c. kemoautotof
 - d. saproda
 - e. parasit intraseluler obligat
2. Cara bereproduksi makhluk hidup prokariotik yang sering dijumpai adalah
 - a. melahirkan
 - b. bertelur
 - c. membelah diri
 - d. bertunas
 - e. berspora
3. Berikut ini yang *bukan* sifat-sifat virus antara lain
 - a. hanya memiliki satu macam asam nukleat (DNA atau RNA)
 - b. tidak memiliki protoplasma
 - c. bentuk dan ukurannya bervariasi
 - d. untuk bereproduksi hanya memerlukan bahan organic
 - e. aktif pada makhluk hidup yang spesifik
4. Berikut ini nama macam-macam virus :
 1. new castle disease virus
 2. tobacco mosaic virus
 3. citrus vein phloem degeneration virus
 4. virus gumboro
 5. virus tungro
 6. foot and mouth disease virus



Virus menyerang vertebrata antara lain

- a. (1)-(2)-(3)
- b. (1)-(4)-(5)
- c. (1)-(4)-(6)
- d. (2)-(3)-(5)
- e. (4)-(5)-(6)

5. Pada siklus reproduksinya DNA virus dapat melakukan replikasi, artinya ...

- a. mampu melekatkan diri pada sel inang
- b. menyerang satu jenis sel makhluk hidup tertentu
- c. menyuntikkan materi genetik ke sitoplasma sel inang
- d. memperbesar ukuran sel
- e. mampu memperbanyak diri

6. Virus flu burung termasuk golongan ...

- a. Piconaviridae
- b. Herpesviridae
- c. Filoviridae
- d. Retroviridae
- e. Coronaviridae

7. Berikut ini yang merupakan ciri- ciri virus adalah....

- a. tubuh uniseluler
- b. sel prokariotik
- c. sel eukariotik
- d. tubuh multiseluler
- e. tubuh aseluler

8. Berikut ini bukan merupakan alasan mengapa virus dapat dianggap sebagai makhluk hidup adalah....

- a. kapsidnya terdiri atas protein
- b. dapat dikristalkan
- c. tubuh terdiri dari DNA dan RNA
- d. dapat menduplikasi diri
- e. dapat hidup hanya pada sel hidup



9. Virus yang berebentuk huruf T adalah....
 - a. *Adenovirus*
 - b. *Rhabdovirus*
 - c. *Ebolavirus*
 - d. Bakteriofage
 - e. HIV

10. Kisaran inang virus fluburung adalah....
 - a. serangga , padi dan tomat
 - b. nyamuk, ayam, dan monyet
 - c. *echerchia coli* di usus besar
 - d. unggas, babi dan manusia
 - e. *aedes aegypti*

F. Rangkuman

Virus berukuran mikroskopis, makhluk hidup metagenesis (peralihan makhluk hidup dan benda mati), bentuknya kompleks, mempunyai asam nukleat (DNA atau RNA) sebagai bahan inti. Virus merupakan salah satu faktor penyebab penyakit, contohnya HIV, influenza, flu burung, mosaik tembakau, dan virus kentang. Virus melakukan reproduksi dengan proliferasi secara daur litik dan daur lisogenik. Daur litik terdiri dari 5 fase, yaitu fase adsorpsi, penetrasi, replikasi, perakitan, dan lisis. Sedangkan daur lisogenik akan membentuk profag.

Pada daur litik, sel inang akan mati karena terjadi penguasaan intisel inang oleh virus. Sedangkan pada daur lisogenik, sel inang tidak mati karena inti sel inang dan sel virus bergabung membentuk profag. Pada umumnya, virus menyebabkan berbagai penyakit padamakhluk hidup. Namun, beberapa virus sengaja dibudidayakan manusia untuk tujuan tertentu, yaitu meningkatkan kesejahteraan manusia. Diantaranya adalah bakteri yang mengandung profag bermanfaat untuk pengobatan berbagai macam penyakit, untuk membuat interferon dari virus melalui rekayasa genetika, untuk membuat vaksin mikroorganisme yang dilemahkan sehingga sifat patogenitasnya hilang, akan tetapi sifat antigenitas tetap), dan untuk membuat peta kromosom.



G. Umpam 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 mengidentifikasi ciri- ciri virus		
2	Dapat mengidentifikasi sifat virus		
3	Dapat memahami peranan virus dalam budidaya tanaman		
4	Dapat menganalisis penyakit yang disebabkan oleh virus pada hewan ternak		
5	Dapat menganalisis penyakit yang disebabkan oleh virus pada tanaman sayuran		
6	Dapat menganalisis virus yang menguntungkan pada bidang kesehatan		

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 2.

Bakteri, Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya dalam Kehidupan Sehari-hari

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

Peserta diklat mampu menganalisis Ciri-Ciri, sifat, reproduksi dan peranan bakteri dalam kehidupan sehari- hari dengan benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu menganalisis Ciri- Ciri bakteri dengan benar
2. Peserta diklat mampu menganalisis sifat bakteri dengan benar
3. Peserta diklat mampu mengidentifikasi reproduksi bakteri dengan benar
4. Peserta diklat mampu menerapkan peranan bakteri dalam kehidupan sehari- hari

C. Uraian Materi

Ciri, Sifat dan Keragaman Prokariotik

1. Ciri, Sifat, dan Keragaman Bakteri

Pernahkah anda bertanya bagaimana sapi mencerna rumput atau kenapa makanan menjadi busuk? Kedua proses ini merupakan kerja dari mikroorganisme. Kalau mendengar kata bakteri, langsung terbayang di kepala kita makhluk kecil penyebab penyakit. Ia menyerang tubuh kita dan menggerogoti kesehatan dengan dayanya yang cenderung negatif.

Belum lagi kalau kita membicarakan *Escherichia coli* yang banyak terdapat di air kotor sebagai penyebab utama diare. Pemahkah kalian terserang diare?



Diare merupakan salah satu penyakit pada saluran pencernaan yang disebabkan oleh kuman. Apakah kuman itu? Kuman adalah makhluk hidup yang sangat kecil (mikroorganisme) yang dapat menyebabkan penyakit. Mikroorganisme mempunyai peranan yang sangat besar dalam kehidupan manusia, baik yang bersifat merugikan misalnya penyebab berbagai penyakit maupun yang menguntungkan seperti bakteri bintil akar pada tanaman kacang-kacangan. Seperti apakah bakteri itu. Penyakit apa saja yang disebabkan oleh bakteri? Apa sajakah kegunaan bakteri? Kalian ingin tahu lebih jauh tentang bakteri? Pelajarilah bab ini.

Perbedaan eukariotik dan prokariotik

Bakteri merupakan makhluk hidup atau makhluk hidup sama halnya dengan manusia. Meskipun begitu, sel bakteri berbeda dengan sel-sel penyusun tubuh manusia. Sel-sel tubuh manusia merupakan sel eukariotik, sedangkan sel bakteri adalah sel prokariotik. Apakah perbedaannya?

Sel eukariotik dan sel prokariotik berbeda dalam hal ada tidaknya membran inti sel. **Sel eukariotik** sudah memiliki membran inti. Dengan kata lain, sel ini sudah memiliki organel-organel bermembran. Makhluk hidup eukariotik meliputi protista, fungi, serta tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Adapun **sel prokariotik** ialah sel yang belum memiliki membran inti sehingga materi genetiknya berada dalam sitoplasma. Jadi, dapat dikatakan bahwa sel prokariotik belum memiliki inti sejati. Sel prokariotik tidak memiliki organel-organel bermembran.

Seperti sel eukariotik, sel prokariotik juga memiliki ribosom, meskipun begitu, ribosom pada sel prokariotik berukuran lebih kecil dan memiliki lebih sedikit subunit protein dibandingkan ribosom pada sel eukariotik. Hampir semua sel prokariotik dilindungi oleh dinding sel yang kaku. Di bawah dinding sel terdapat membran plasma tipis yang menyelubungi sitoplasma. Sebagian besar makhluk hidup prokariotik bersel tunggal dan sebagian lagi membentuk rantai filamen, atau bentuk-bentuk kelompok lainnya. Meskipun merupakan makhluk hidup mikroskopis, sejumlah prokariotik uniseluler bergabung membentuk koloni yang dapat dilihat. Kendati sel-sel prokariotik berkelompok membentuk rantai, filamen atau koloni. masing-masing merupakan individu yang berdiri sendiri.



Pada makhluk hidup prokariotik; tidak ada organisasi jaringan yang nyata. meskipun merupakan makhluk hidup sederhana, prokariotik mampu melakukan semua fungsi dasar kehidupan. Kenyataan bahwa mereka sederhana secara struktural agak membatasi kemampuannya, tetapi di sisi lain merupakan satu keuntungan bagi mereka. Contohnya. mereka mampu memperbanyak diri dengan sangat cepat. Pada umumnya makhluk hidup prokariotik bereproduksi secara aseksual, yaitu dengan cara membelah diri.

Makhluk hidup prokariotik hidup di hampir semua lingkungan yang ada di muka bumi. Makhluk hidup prokariotik dapat ditemukan di palung samudra, pada kedalaman 9-6 km di bawah permukaan laut serta di Kutub Selatan dan Kutub Utara. Makhluk hidup prokariotik memiliki perbedaan morfologis yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan mereka. Secara tradisional, prokariotik dikelompokkan berdasarkan karakter fisiologi, komposisi molekuler, dan reaksinya terhadap pewarnaan gram, yang dibandingkan berdasarkan hubungannya secara evolusi. Berdasarkan perbandingan rangkaian RNA ribosomnya, para ahli membagi makhluk hidup prokariotik menjadi dua kingdom, yaitu kingdom **Eubacteria** dan kingdom **Archaeobacteria**. Carl Woese (1970-an) dari Universitas Ulions (USA), menggunakan teknik biologi molekuler, yaitu analisis sekuen rRNA sub unit kecil untuk mempelajari kekerabatan semua makhluk. Hasil yang diperoleh adalah anggota kelompok prokariot sangat berkerabat dengan dan sangat mirip satu sama lain. Berdasarkan hasil klasifikasi yang dibuat dengan mengacu pada analisis variasi molekul rRNA tahun 1978, Woese mengajukan pendapat bahwa sesungguhnya prokariot terdiri atas dua kelompok yang berbeda secara fundamental, yaitu **Archaeobacteria** dan **Eubacteria** sehingga secara garis evolusioner kehidupan yang ditentukan berdasar analisis rRNA tersebut ada tiga, yaitu: Eubacteria, Archaeobacteria, dan Eukariot.

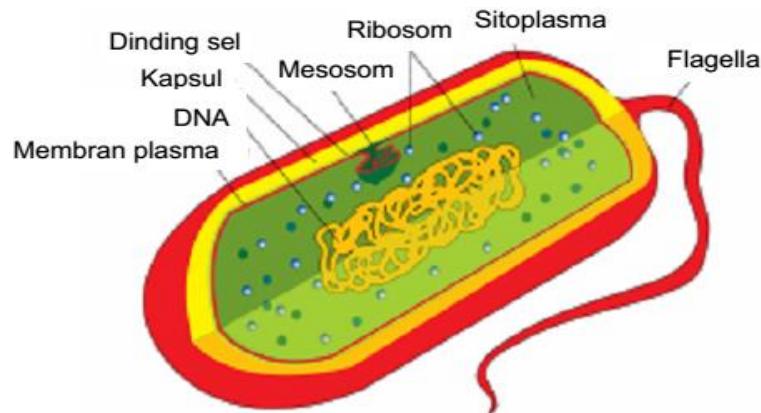
Kini Eubacteria disebut bacteria dan Archaeobacteria disebut Archaea. Bakteri merupakan makhluk hidup yang umumnya tidak berklorofil, mempunyai diameter berukuran 0,5-1 μ m, dan panjang-0,1-10 m. Bakteri mampu hidup di berbagai media sehingga disebut bersifat kosmopolitan.



a. **Ciri-ciri dan sifat bakteri**

Struktur tubuh yang selalu ada pada setiap bakteri, antara lain materi genetik, ribosom, plasma sel, dinding sel, membran sel, dan cadangan makanan. Materi genetik berupa struktur nukleoid yang berupa molekul DNA melingkar berisi beribu-ribu gen untuk mengendalikan aktivitas sel bakteri tersebut. DNA mengandung seperangkat informasi genetik. Ribosom bakteri berfungsi untuk sintesis protein dan tersusun atas protein dan RNA. Kumpulan ribosom disebut **polisom** atau **poliribosom**.

Bakteri memiliki dinding sel, berfungsi memberikan bentuk kaku tubuh bakteri. Dinding sel yang kaku berfungsi mencegah sel membengkak dan pecah akibat tekanan osmosis, jika diletakkan pada larutan yang lebih rendah konsentrasinya (hipotonik). Berdasarkan Struktur dinding selnya, bakteri dibagi menjadi kelompok bakteri **gram positif** dan bakteri **gram negatif**. Membran permukaan sel memiliki sifat permeabel terhadap sebagian glukosa, asam amino, dan gliserol.



Gambar 10. Struktur tubuh satu bakteri, Sumber Campbell 2006

Dinding sel yang kaku berfungsi mencegah sel membengkak dan pecah akibat tekanan osmosis, jika diletakkan pada larutan yang lebih rendah konsentrasinya (hipotonik). Berdasarkan Struktur dinding selnya, bakteri dibagi menjadi kelompok bakteri **gram positif** dan bakteri **gram negatif**. Membran permukaan sel memiliki sifat permeabel terhadap sebagian glukosa, asam amino, dan gliserol.



Selain struktur yang sudah ada, beberapa bakteri memiliki struktur tambahan, misalnya flagel pada *Salmonella typhosa*, membran fotosintesis pada *Rhodobacter* dan *Rhodospirillum*, serta pilus yang digunakan saat konjugasi pada bakteri *Escherichia coli*. Kapsul dan lapisan lendir merupakan struktur tambahan pada bakteri. Kapsul memiliki struktur lebih tebal dan padat dibandingkan lapisan lendir. Kapsul dan lapisan lendir memberikan perlindungan tambahan pada bakteri, misalnya pada *Streptococcus pneumonia* (penyebab radang paru-paru). Flagellum merupakan struktur tambahan yang memungkinkan bakteri untuk bergerak (*mobil*). Gerakannya menyerupai gerak alat pembuka tutup botol (gerak memutar). Flagellum bakteri aerob berguna untuk bergerak menuju tempat yang mengandung oksigen.

Adapun flagellum bakteri fotosintesis berguna untuk bergerak menuju ke arah datangnya cahaya.

b. Letak Flagela Bakteri

Berdasarkan tipe flagellumnya, bakteri dibedakan menjadi monotrik, amfitrik, lopotrik, peritrik, dan atrik.

Monotrik memiliki satu flagel yang terletak di salah satu ujungnya, misalnya pada *Pseudomonas-aeruginosa*.

Amfitrik memiliki dua flagel pada kedua ujungnya, misalnya pada *Aquaspirillum serpens*.

Lopotrik memiliki banyak flagel di salah satu ujungnya, misalnya pada *Pseudomonas-fluorescens*.

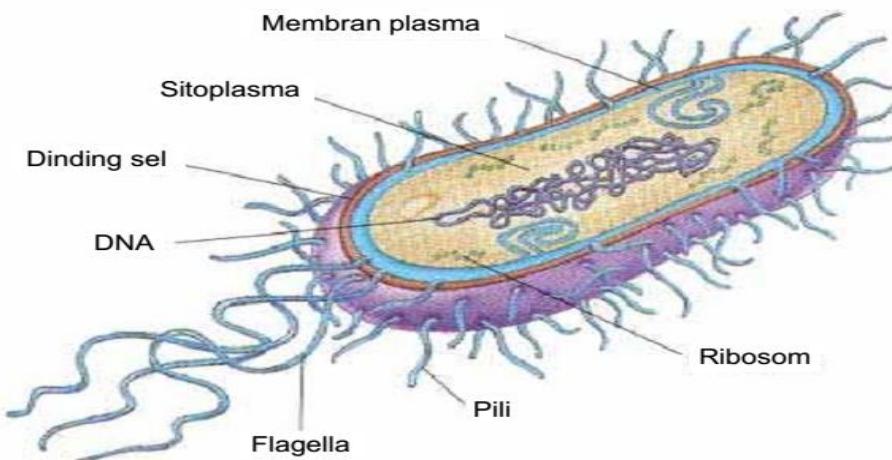
Peritrik memiliki banyak flagel di seluruh tubuhnya. Misalnya pada *Salmonella typhosa*.

Atrik tidak memiliki flagel.



Gambar 11. Bakteri lopotrik pada *P. Fluorescens*, Sumber Campbell 2006





Gambar 12. Bakteri peritrik pada *S. Typhosa*, Sumber Campbell 2006

Pili (Jamatnya: Pilus) merupakan alat pelekat antara sel bakteri yang satu dan sel bakteri yang lain atau antara sel bakteri dan permukaan tubuh makhluk hidup lain. **Pilus F** merupakan saluran penghubung dalam transfer DNA saat konjugasi.

Membran fotosintetik adalah struktur yang khusus pada bakteri fotosintetik. Membran fotosintesis merupakan membran permukaan sel yang melekuk ke dalam dan mengandung alat fotosintesis. Genus tertentu, misalnya *Clostridium* dan *Bacillus*, akan membentuk **endospora** (spora yang dihasilkan di dalam sel). Endospora bersifat dorman (suatu keadaan sel yang tidak aktif dan proses metabolisme berkurang), resistan terhadap panas (suhu lebih dari 80°C), dan tahan terhadap radiasi gelombang pendek. Spora bakteri bukan merupakan alat perkembangbiakan, tetapi merupakan usaha bakteri untuk melindungi diri dari keadaan yang kurang menguntungkan (kondisi ekstrem). Di perairan Indonesia, tepatnya diperairan Jepara terdapat cumi yang dapat memancarkan cahaya (*Loligo duvaucelli*). Cahaya yang dipancarkan ternyata merupakan bentuk simbiosis antara cumi dengan bakteri *Photobacterium phosphoreum* yang hidup dalam organ cahaya cumi. Bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan morfologi, cara memperoleh makanan, dan kebutuhan oksigen.

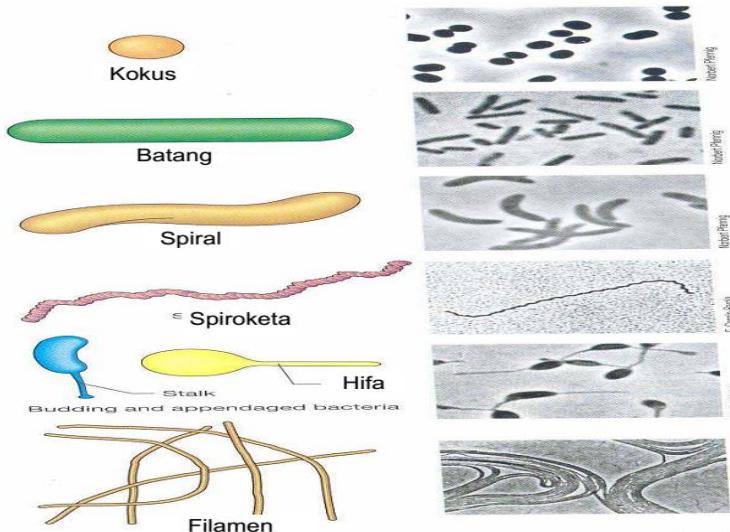


Berdasarkan morfologinya, bakteri dapat dibedakan menjadi basil, kokus, dan spiral.

1) Basil (batang)

Bakteri berbentuk batang dibedakan menjadi monobasil, diplobasil, dan streptobasil.

- Monobasil (batang tunggal). Contoh: *E. coli*, *L. casei*.
- Diplobasil (batang berkelompok dua-dua). Contoh: *S. typhosa*.
- Streptobasil (rantai batang). Contoh: *Azotobacter* dan *B. anthracis*.



(Brock Biology of microorganisms, 2006)

Gambar 13. Macam – macam bentuk bakteri

2) Kokus (bulat)

Bakteri berbentuk bulat dibedakan menjadi monokokus, diplokokus, streptokokus, dan stafilocokus.

- Monokokus (tunggal). Contoh: *M. gonorrhoe* (penyebab kencing nanah).
- Diplokokus (bola berkelompok dua-dua) Contoh: *D. pneumoniae* (penyakit radang paru).
- Streptokokus (bentuk rantai). Contoh: *S. thermophilus* (bakteri pembuat yoghurt).
- Stafilocokus (gerombol seperti anggur). Contoh: *Staphylococcus aureus*.
- Sarkina (berbentuk kubus).



3) **Spirilum (Spiral atau seperti huruf S)**

Bakteri berbentuk spiral terbagi atas:

- a) Koma. Contoh: *Vibrio cholerae* (penyebab penyakit kolera).
- b) Spirokaeta (spiral dan berekor). Contoh: *S. pallidum* (penyakit raja singa/sifilis).

Perkembangbiakan Bakteri

Pertumbuhan bakteri merupakan penambahan jumlah sel bakteri dalam suatu koloni dengan cara membelah diri. Hal itu dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, dan oksigen. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah bagi pertumbuhan optimum bakteri akan menyebabkan kematian atau penghambatan perkembangan bakteri.

Zat kimia tertentu akan membunuh koloni bakteri, misalnya antibiotik penisilin. Faktor-faktor yang membatasi pertumbuhan bakteri, antara lain ialah nutrisi (zat makanan), zat hasil ekskresi yang tertimbun dalam medium, dan predator.

a. *Nutrisi (zat makanan)*

Jumlah nutrisi (zat makanan) yang tersedia dalam jumlah banyak akan meningkatkan jumlah koloni bakteri. Sebaliknya, berkurangnya nutrisi mengakibatkan koloni bakteri menyusut, bahkan akan mati dengan habisnya nutrisi yang tersedia.

b. *Zat-hasil-ekskresi-yang-tertimbun-dalam-medium*

Metabolisme bakteri akan menghasilkan bahan buangan. Pertambahan jumlah koloni akan meningkatkan timbunan hasil buangan tersebut dalam media. Timbunan hasil buangan tersebut dapat mengganggu metabolisme bakteri yang kemudian akan menyebabkan penurunan jumlah koloni bakteri.

c. *Predator (pemangsa) bakteri*

Pemangsa bakteri biasanya adalah *Amoeba* dan *Didinium*, *Amoeba* memakan mikroorganisme kecil, beberapa di antaranya adalah Protozoa dan Algae.



Untuk mengamati bakteri dapat dilakukan langkah berikut ini:

Ambillah tanaman kacang panjang yang telah berumur kira-kira 4 bulan. Cucilah bagian akarnya dengan hati-hati dengan caramengalirkan air dari keran secara langsung. Amatilah bagian akar yang menggelembung, kemudian belahlah dan amatilah di bawahnya kroskop. Dapatkah kalian temukan *Rhizobium*? Perkembangbiakan bakteri dapat terjadi secara aseksual dengan cara membelah diri menjadi dua (pembelahan biner). Disamping itu, *rekombinasi genetik* dapat terjadi dengan cara penggabungan materigenetik yang berupa DNA antar bakteri.

Rekombinasi genetik pada bakteri dapat dibedakan menjadi transformasi, transduksi dan konjugasi.

a. Transformasi

Transformasi merupakan proses pemindahan materi genetik berupa DNA dari satu sel bakteri ke sel bakteri yang lain. Menurut **Frederick Griffith** (1928), transformasi dapat terjadi pada bakteri *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus. Neisseria gonorrhoe*, *Bacillus*, dan *Rhizobium*.

b. Transduksi

Transduksi merupakan pemindahan materi genetik dari sel bakteri yang satu ke sel bakteri yang lain dengan melalui perantara (berupa bakteriofag). Hal tersebut berdasarkan hasil penelitian **Norton Zinder** dan **Joshua Lederberg** (1952).

c. Konjugasi

Konjugasi merupakan pemindahan DNA secara langsung melalui kontak sel dengan menggunakan pilus F, misalnya pada bakteri *Escherichia coli*. Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, bakteri dapat mengambil makanan secara langsung dari alam. Namun, ada juga bakteri yang harus mengubah senyawa tertentu menjadi senyawa yang dibutuhkan.

Berdasarkan *cara memperoleh makanannya*, bakteri dibedakan menjadi *bakteri-autotrof-dan-heterotrof*.



a. Bakteri-autotrof

Bakteri autotrof ialah bakteri yang dapat membuat makanannya sendiri dari zat-zat anorganik dan mengubahnya menjadi zat-zat organik. Ada dua macam bakteri autotrof, yaitu bakteri fotoautotrof dan kemoautotrof. *Bakteri fotoautotrof* adalah bakteri yang menggunakan cahaya sebagai sumber energinya, misalnya bakteri hijau. *Bakteri kemoautotrof* adalah bakteri yang menggunakan senyawa kimia sebagai sumber energinya, misalnya bakteri belerang, bakteri besi, bakteri nitrogen, dan bakteri nitrat.

b. Bakteri heterotrof

Bakteri heterotrof ialah bakteri yang tidak dapat menyintesis makanannya sendiri. Bakteri heterotrof dibedakan menjadi bakteri patogen dan saprofit. *Bakteri patogen* memperoleh makanan dengan cara mengambil senyawa organik kompleks dari makhluk hidup lain. misalnya *Mycobacterium tuberculosis* (penyebab TBC). *Bakteri saprofit* memperoleh makanan dari sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati atau limbah, misalnya bakteri yang hidup di tempat sampah, *Escherichia coli*.

Berdasarkan kebutuhannya akan oksigen, bakteri dibedakan menjadi *bakteri aerob* dan *anaerob*.

a. Bakteri aerob

Bakteri aerob ialah bakteri yang membutuhkan oksigen bebas untuk keperluan hidupnya, contohnya bakteri nitrat (*Nitrobacter*) dan bakteri nitrit (*Nitrosomonas*). Bakteri nitrat dan bakteri nitrit melakukan proses nitrifikasi yang membutuhkan oksigen untuk mengoksidasi amonia menjadi nitrat.



b. Bakteri anaerob

Bakteri anaerob adalah bakteri yang mendapatkan energi tanpa menggunakan oksigen, contohnya bakteri *Micrococcus denitrificans*, *Clostridium desulfuricans*, dan *Clostridium tetani* (penyebab tetanus). Energi diperoleh dari penguraian senyawa-senyawa organik secara anaerob. Salah satu peranan bakteri anaerob adalah dalam peristiwa denitrifikasi yaitu proses penguraian nitrat/nitrit menjadi amonia.



Berdasarkan hubungannya secara evolusi, bakteri dapat dikelompokkan menjadi 12 filum. Berikut ini akan dibahas empat filum utama bakteri, yaitu Spirochaeta, bakteri Gram positif, Proteobacteria, dan Cyanobacteria (Cyanophyta).

1) **Spirochaeta**

Filum ini beranggotakan bakteri-bakteri Gram negatif yang berbentuk spiral. Bakteri Gram negatif merupakan bakteri yang memiliki lapisan lipo polisakarida tambahan di luar dinding selnya dan akan berwarna merah muda jika diberi pewarnaan Gram. Anggota Spirochaeta ada yang hidup secara aerob dan ada yang secara anaerob. Mereka bergerak dengan menggunakan flagella yang tertanam di dalam dinding sel. Spirochaeta hidup secara bebas, bersimbiosis, atau sebagai patogen, tetapi ada pula yang hidup sebagai dekomposer. Filum ini dibagi menjadi tiga famili yang termasuk dalam satu ordo, Spirochaetales. Ketiga family tersebut ialah:

- a) Spirochaetaceae (contoh: *Borelia burlyorferi*), penyebab Lyme.
- b) Brachyspiraceae (contoh: *Brachyspira*).
- c) Leptospiraceae (contoh: *Treponema pallidum*), penyebab sifilis.

2) **Bakteri Gram Positif**

Meskipun namanya bakteri Gram positif, tidak semua anggota filum ini merupakan bakteri Gram positif. Sejumlah kecil bakteri Gram negatif juga termasuk dalam filum ini karena mereka memiliki kesamaan secara molekuler dengan bakteri Gram positif. Ciri utama bakteri Gram positif adalah struktur dinding selnya sederhana, tersusun atas peptidoglikan tanpa lapisan lipo polisakarida. Jika diberi pewarnaan Gram, bakteri Gram positif akan berwarna ungu. Anggota bakteri Gram positif banyak yang menyebabkan penyakit pada manusia, misalnya *Streptococcus pneumoniae* yang menyebabkan pneumonia (radang paru-paru). Bakteri Gram positif banyak yang menghasilkan toksin, misalnya *Clostridium botulinum*.



Toksin yang dihasilkan oleh bakteri *C. botulinum* sangat mematikan, satu gram toksin dapat membunuh lebih dari satu juta orang. Selain dapat menimbulkan penyakit dan menghasilkan racun, bakteri Gram positif juga dapat menghasilkan bahan-bahan yang menguntungkan. Contohnya, antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri dari kelompok Actinomycetes. Antibiotik membunuh bakteri-bakteri Gram positif lainnya dengan cara mencegah bakteri tersebut membentuk protein. Antibiotik hanya mempengaruhi pertumbuhan bakteri tanpa membahayakan sel-sel tubuh manusia. Bakteri Gram positif digunakan untuk membuat yoghurt, acar, keju, dan mentega.

3) **Proteobacteria**

Proteobacteria merupakan filum terbesar dalam Kingdom/Domain Eubacteria. Semua Proteobacteria merupakan bakteri Gram negatif, tetapi memiliki bentuk bermacam-macam (batang, bulat, dan spiral). Kebanyakan bergerak dengan flagellata tapi ada yang bergerak meluncur atau tidak dapat bergerak. Sebagian besar anggotanya termasuk mikroorganisme anaerob fakultatif atau obligat. Anggota Proteobacteria ada yang hidup bebas, bersimbiosis ataupun sebagai patogen pada manusia, hewan, dan tumbuhan.

Berdasarkan rangkaian rRNA-nya, Proteobacteria dibagi menjadi lima kelompok. yaitu Alpha Proteobacteria, Beta Proteobacteria, Gamma Proteobacteria, Delta Proteobacteria, dan Epsilon Proteobacteria.

a) **Alpha Proteobacteria**

Alpha Proteobacteria meliputi bakteri fototrof dan bakteri yang menggunakan senyawa C1. Anggota kelompok ini ada yang bersimbiosis dengan tanaman (contohnya, *Rhizobium* sp) dan hewan. Ada pula yang merupakan patogen pada hewan dan manusia. contohnya *Rickettsia prowazek*. Bakteri ini menyebabkan demam tifus jika berpindah dari kutu ke manusia. Contoh lainnya adalah *Agrobacterium tumefaciens* dan *Magnetospirillum magnetrotucticum*.



b) Beta Proteobacteria

Beta Proteobacteria terdiri atas kelompok bakteri aerob fakultatif. bakteri kemolitotrof (misalnya, *Nitrosomonas*), sertabakteri fototrof (misalnya, *Rhodococcus*). Contoh spesies pathogen dalam kelompok ini adalah *Neisseria gonorrhoea*.

c) Gamma Proteobacteria

Gamma Proteobacteria terdiri atas kelompok-kelompok bakteri yang banyak digunakan untuk keperluan medis dan penelitian, contohnya Enterobacteri, Vibrio, dan Pseudomonas. Namun. adapula yang merupakan patogen, misalnya *Salmonella* (tifus). *Vibrio* (kolera), dan *Yersinia*.

d) Delta Proteobacteria

Kelompok ini terdiri atas bakteri pembentuk badan buah, yaitu *Myxobacteria*. Bakteri tersebut ditemukan di tanah dan bahan-bahan organik yang membusuk.

e) Epsilon Proteobacteria

Dua anggota kelompok kecil ini merupakan patogen pada manusia. Contohnya, *Helicobacter pylori* yang menyebabkan tukak lambung dan *Campylobacter jejuni* yang menyebabkan gangguan gastrointestinal.

Peranan bakteri dalam kehidupan

Bakteri ada yang menguntungkan dan ada yang merug ikan bidang pertanian, dan kesehatan pada manusia.

a. Bakteri yang menguntungkan

1) Bidang Pertanian

- a) *Rhizobium leguminosorum* pada akar tanaman kacang-kacangan, mengikat nitrogen bebas.
- b) *Azotobacter chlorococcum* mampu menyuburkan tanah dengan mengikat nitrogen di udara.
- c) *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*, menghasilkan nitrit yang menyuburkan tanah. Jenis-jenis bakteri yang menguntungkan tersebut dapat digunakan sebagai pupuk hayati.

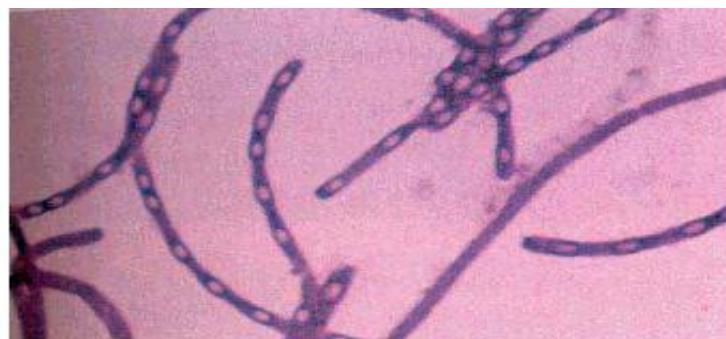


2) Bidang industri makanan

- a) *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, digunakan untuk membuat yoghurt.
- b) *Acetobacter xylinum*, digunakan untuk membuat nata de coco.
- c) *Streptococcus lactis*, digunakan untuk membuat keju.
- d) *Acetobacter* sp, digunakan untuk membuat cuka.

3) Bidang farmasi

- a) *Streptomyces griceus*, menghasilkan antibiotik streptomisin (membunuh bakteri penyebab TBC).
- b) *Streptomvces aureofaciens*, menghasilkan antibiotik aureomisin.
- c) *Streptomyces olivaceus*, untuk menghasilkan sianokobalamin vitamin B12.
- d) *Streptomyces venezuelae*, menghasilkan antibiotik kloromisetin.
- e) *Bacillus brevis*, menghasilkan antibiotik tiromisin .



Gambar 14. Bakteri *Bacillus brevis* (antibiotik), Sumber Campbell 2006

- f) *Pseudomonas denitrificans* dan *Propioni bacterium*, menghasilkan vitamin B12 .



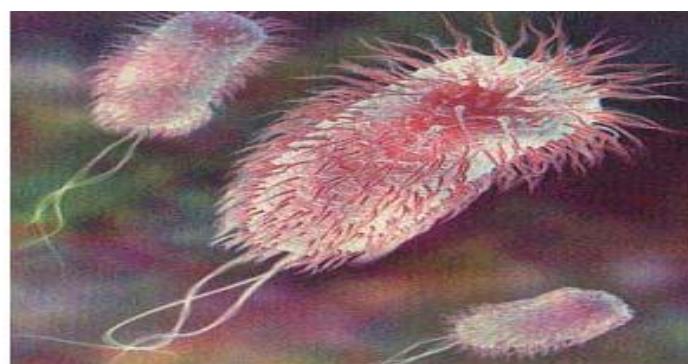
Gambar 15. *Pseudomonas* sp., Sumber Campbell 2006



- g) *Clostridium acetobutylicum*, menghasilkan aseton dan butanol.
- h) *Xanthomonas campestris*, menghasilkan polisakarida.
- i) *Acetobacter aceti*, digunakan untuk membuat asam cuka.
- j) *Leucanostoc mesenteroides*, menghasilkan dekstran.
- k) *Lactobacillus delbrueckii*, penghasil asam laktat.

4) Pembuatan biogas dan pengurai

- a) *Escherichia coli*, membantu proses pembusukan makanan dalam kolon manusia dan pembentuk vitamin K



Gambar 16. *Escherichia coli* di usus sapi, Sumber Campbell 2006

- b) *Methanobacterium omelianski* dan *Methanobacterium ruminatum*, menguraikan asam cuka (CH_3COOH) menjadi metana (CH_4) dan CO_2 .
- c) *Clostridium sporogenes*, menguraikan asam amino menjadi amonia.
- d) *Desulfovibrio desulfuricans*, menguraikan bangkai dan menguraikan sulfat di tempat becek dan menghasilkan H_2S .
- e) *Thiobacillus denitrificans*, menguraikan nitrit dan menghasilkan Nitau disebut denitrifikasi.

b. Bakteri yang merugikan

Bakteri dikatakan merugikan karena menyebabkan penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan atau menghasilkan toksin.



1) Bakteri penyebab penyakit pada manusia

- a) *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab penyakit TBC
- b) *Mycobacterium leprae*, penyebab penyakit lepra.
- c) *Salmonella typhosa*, penyebab penyakit tifus.
- d) *Shigella dysentriiae*, penyebab penyakit disentri.
- e) *Diplococcus pneumoniae*, penyebab penyakit radang paru-paru.
- f) *Treponema pallidum*, penyebab penyakit sifilis (raja singa).
- g) *Klebsiella pneumoniae* penyebab infeksi saluran pernapasan
- h) *Meningococcus*, penyebab meningitis, yaitu penyakit radang selaput otak (meninges).
- i) *Neisseria gonorrhoea*, penyebab penyakit kencing nanah.
- j) *Vibrio cholerae*, penyebab penyakit kolera.
- k) *Bacillus anthracis*, penyebab penyakit antraks.

2) Bakteri penyebab penyakit pada hewan

- a) *Campylobacter fetus* sp, penyebab keguguran pada sapi,kambing, serta radang-usus-manusia.
- b) *Bacillus anthracis*, menyebabkan penyakit antraks pada temak.

Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan adalah dengan cara menjaga kebersihan lingkungan, menjaga kebersihan badan (mandi dan mencuci tangan sebelum makan), melakukan olahraga secara teratur, makan makanan bergizi, dan istirahat.

3) Bakteri penyebab penyakit pada tumbuhan

- a) *Agrobacterium tumefaciens*, penyebab tumor pada tumbuhan dikotil.
- b) *Pseudomonas cattleyae*, menyerang tanaman anggrek.
- c) *Pseudomonas solanacearum*, menyerang tanaman pisang.
- d) *Bacterium papaye*, menyerang tanaman pepaya.



4) Bakteri penghasil toksin

- a) *Pseudomonas cocovenenans*, menghasilkan racun asam bongkrek pada tempe bongkrek
- b) *Clostridium botulinum*, menghasilkan racun botulinurn pada makanan kaleng yang sudah rusak.
- c) *Leuconostoc mesentroides*, menyebabkan makanan berlendir.

Keanekargaman Bakteri

Bakteri sangat beragam dan sangat banyak jumlahnya. Baru sekitar 0.1% anggota bakteri yang telah diketahui dari jumlah spesies yang diperkirakan sekitar 3 juta spesies. Oleh karena itu peluang penemuan spesies baru dari bakteri termasuk di Indonesia masih terbuka luas. Hal ini terbukti bahwa baru-baru ini 6 spesies baru-bakteri ditemukan oleh Dr. Puspita Lisdayanti.

Keenam spesies bakteri tersebut adalah *Acetobacter cibinongensis* (dari daerah Cibinong), *Acetobacter indonestensis* (dari Indonesia), *Acetobacter syzygii* (dari buah sirsak), *Acetobacter tropicalis* dan *Acetobacter bogoriensis* (dari daerah Bogor), serta *Kozakia baliensis* (dari daerah Bali). Selain itu beberapa spesies bakteri baru dari genus Asaia, seperti *Asaia bogariensis*, ditemukan oleh peneliti Jepang. Asaia ialah salah satu bakteri yang penting untuk industri.

a. Ekstrim-Halofil

Makhluk hidup kelompok ekstrim halofil mampu hidup di lingkungan yang salinitasnya sangat tinggi (10 kali salinitas air laut), seperti makanan yang diasinkan. Makhluk hidup ini menggunakan garam untuk membentuk ATP. Contoh anggota kelompok ini adalah *Halobacterium halobium*.

Di dalam membran plasma *Halobacterium halobium* terdapat pigmen rodopsin yang disebut **bakteriorodopsin**. Bakteriorodopsin bertanggung jawab terhadap proses pembentukan ATP pada spesies tersebut. Contoh lain *Halobacteroides holobius*.



b. Termoasidofil

Anggota kelompok ini dapat ditemukan di lingkungan yang sangat masam dan bersuhu tinggi. Mereka dapat hidup di lingkungan yang bersuhu 110°C dengan pH di bawah 2, misalnya di bawah gunung berapi dan lubang hidrotermal di dasar samudra.

Sebagian besar kelompok ini merupakan makhluk hidup anaerob yang menggunakan belerang (sulfur) sebagai akseptor hidrogen untuk respirasi, menggantikan oksigen. Contohnya adalah *Sulfolobus solfataricus* dan *Sulfolobus acidocaldarius*.

Beberapa bakteri ditemukan merugikan di bidang pertanian karena dapat merusak pertumbuhan tanaman, diantaranya adalah:

- 1) *Pseudomonas syringae* pv. Tomato2.
- 2) *Ralstonia solanacearum* pada tanaman pisang
- 3) *Xanthomonas campestris* pv glycine

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tanya jawab tentang Pengertian bakteri, ciri, sifat , reproduksi dan peranan dalam kehidupan sehari- hari
2. Peserta diklat menjawab , sesuai ingatanya tentang Pengertian bakteri, ciri , sifat ,reproduksi dan peranan dalam kehidupan sehari- hari
3. Peserta diminta mengamati tentang struktur tubuh bakteri, ciri dan sifat dengan menggunakan slide, gambar atau bagan
4. Peserta diklat mengamati dan menggambar. Mencatat,tentang struktur tubuh, ciri, sifat , perkembangbiakan dan peranannya
5. Selanjutnya peserta diklat di minta mengamati salah satu tanaman yang tersenggar bakteri , misalnya tanaman tomat, tanaman cabe, atau kentang
6. Peserta diklat mengidentifikasi daun/ tanaman yang terserang bakteri , tentang ciri- cirinya, warna, tanda- tanda , dan menggambarnya
7. Selanjutnya fasilitator meminta peserta diklat melakukan praktik membandingkan antara tanaman yang sehat dengan tanaman yang terkena bakteri, dengan tabel



Tabel pengamatan tanaman dengan tanaman kontrol

No	Indikator/obyek yang diamati	Tanaman Sehat	Tanaman yang terserang bakteri
1	Akar		
2	Batang		
3	Daun		
4	Bunga		
5	Buah		
6	Biji		

8. peserta diklat melakukan praktikum , mengidentifikasi jaringan tanaman yang terserang bakteri, dengan LK sebagai berikut :

Lembar Kerja

- Judul : Menganalisis Jaringan tanaman yang terserang bakteri.**
- Tujuan :** Setelah menyelesaikan kegiatan ini peserta mampu menganalisis jaringan tanaman yang terserang
- Alat dan Bahan :**
 - Mikroskop
 - Glass obyek
 - Glass penutup
 - Spesimen tanaman yang terserang bakteri (tomat, cabe atau kentang)
 - Pisau preparat
- Langkah kerja :**
 - Sayatlah jaringan tanaman (akar, batang, daun) pada xilem atau floem
 - Letakkan dipermukaan glass obyek , tetesi air dengan pipet
 - Amati jaringan xilem atau floem yang terserang penyakit/ bakteri, bagaimana warnanya, bentuknya dan kondisinya
 - Gambarlah pada lembar pengamatan anda
 - Buat laporan hasil kegiatan ini

Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan/mempresentasikan hasil praktikum Identifikasi jaringan yang terserang bakteri, dan dikumpulkan kepada fasilitator



9. Selanjutnya disampaikan tanya jawab tentang bakteri, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
10. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang bakteri, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
11. Peserta diklat menyimpulkan tentang bakteri, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
12. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari, tentang bakteri, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari dan menyampaikan materi yang belum jelas
13. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan, fasilitator memberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat
14. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes

E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan

Setelah melakukan proses pembelajaran materi bakteri, ciri, sifat, reproduksi dan peranan dalam kehidupan sehari-hari, selanjutnya jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Bintil akar tanaman kacang-kacangan banyak mengandung bakteri yang dapat mengikat nitrogen bebas. Bakteri tersebut bernama
 - a. *Clostridium*
 - b. *Azotobacter*
 - c. *Nitrosomonas*
 - d. *Nitrosococcus*
 - e. *Rhizobium*
2. Berikut ini yang bukan merupakan karakter Archaea
 - a. dinding selnya disebut peptidoglikan
 - b. dapat menghasilkan metan
 - c. hidup di daerah dengan suhu tinggi
 - d. hidup di daerah dengan salinitas tinggi
 - e. hidup di daerah yang sangat asam



3. Pasangan yang tepat tentang bakteri dengan fungsinya adalah

	Spesies	Fungsi
a.	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Menghasilkan antibiotik
b.	<i>Streptomyces venezuelae</i>	Menghasilkan aseton
c.	<i>Escherichia coli</i>	Membuat Yoghurt
d.	<i>Clostridium acetobutylicum</i>	Menghasilkan vit. B12
e.	<i>Acetobacter xylium</i>	Membuat nata de coco

4. Ciri- ciri yang dimiliki bakteri yang benar adalah....

- Bersifat eukariotik
- Bersifat prokariotik
- Tidak memiliki dinding sel
- Memiliki membran inti
- Oorganisme multiseluler

5. Prokariotik yang dimiliki dinding sel tidak mengandung peptidoglikan adalah...

- Archaeabacteria*
- Eubacteria*
- Bakteri Gram positif
- Bakteri Gram negatif
- Bakteri Gram variabel

6. Organel sel bakteri yang berfungsi untuk menghasilkan energi adalah....

- Pilus
- Mesosom
- Vakuola
- Ribosom
- Klorosom



7. Berikut yang merupakan bakteri fotoautotrof adalah....
 - a. *Nitrosomonas*
 - b. *Escherichia coli*
 - c. *Nitrosococcus*
 - d. *Chlorobium*
 - e. *Thiobacillus thiooxidans*
8. Bakteri yang dapat menyuburkan tanah adalah....
 - a. Bakteri denitrifikasi
 - b. *Nitrobacter*
 - c. *Methanomonas*
 - d. *Escherichia coli*
 - e. *Beggiatoa*
9. *Acetobacter xylinum* bermanfaat untuk membuat....
 - a. Yoghurt dari susu
 - b. Sosis dari daging
 - c. Keju dari susu
 - d. Asinan dari sayuran
 - e. *Nata de coco* dari air kelapa
10. Bakteri *Escherichia coli* bermanfaat bagi manusia karena dapat....
 - a. Membunuh serangga
 - b. Menghasilkan gas metana
 - c. Menguraikan sampah
 - d. Menghasilkan vitamin K
 - e. Mampu mengikat nitrogen bebas



F. Rangkuman

Makhluk hidup prokariotik merupakan makhluk hidup yang belum memiliki membran inti sel sehingga bahan asam nukleatnya tersebar di dalam sitoplasma. Umumnya prokariotik merupakan makhluk hidup bersel tunggal, tetapi ada yang membentuk rantai, filamen, atau koloni. Berdasarkan struktur ribosomnya, prokariotik dibagi menjadi dua kingdom, yaitu: Eubacteria dan Archaeabacteria.

Eubacteria merupakan bakteri yang kita kenal pada umumnya. Sebagian besar merupakan makhluk hidup heterotrof, meskipun adajuga yang merupakan makhluk hidup fotosintetik dan kemotrof. Eubacteria hidup secara aerob ataupun anaerob. Anggota kingdom iniada yang hidup bebas, bersimbiosis, atau sebagai patogen pada tumbuhan, hewan, dan manusia.

Bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan morfologi, cara memperoleh makanan, dan kebutuhan akan oksigen. Namun, berdasarkan hubungannya secara evolusi, bakteri dibagi menjadi 12filum, empat diantarnya adalah Cyanobacteria, Spirochaeta, bakterigram positif, dan Proteobacteria. Faktor-faktor yang membatasi pertumbuhan bakteri, antara lain ialah nutrisi (zat makanan), zat hasil ekskresi yang tertimbun dalam medium, dan predator.

Archaeabacteria meliputi makhluk hidup prokariotik aerob dan anaerob yang beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim. Berdasarkan tempat hidupnya, makhluk hidup ini dibagi menjadi tigakelompok, yaitu metanogen, termoasidofil, dan ekstrim halofil.



G. Umpam 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 mengidentifikasi ciri- ciri bakteri		
2	Dapat mengidentifikasi sifat bakteri		
3	Dapat memahami perkembangbiakan bakteri		
4	Dapat memberikan contoh bakteri yang bermanfaat dalam pengolahan pangandan produknya		
5	Dapat menganalisis penyakit pada tumbuhan yang disebabkan oleh bakteri		
6	Dapat menganalisis penyakit pada ternak yang disebabkan oleh bakteri		
7	Dapat menganalisis penyakit pada ikan yang disebabkan oleh bakteri		

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.

Jamur, Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya dalam Kehidupan Sehari-hari

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi Ciri- Ciri , sifat, reproduksi dan peranan jamur dalam kehidupan dengan benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi Ciri- Ciri jamur dengan benar
2. Peserta diklat mampu mengidentifikasi sifat jamur dengan benar
3. Peserta diklat mampu mengidentifikasi reproduksi jamur dengan benar
4. Peserta diklat mampu memberikan contoh peranan jamur dalam kehidupan sehari- hari

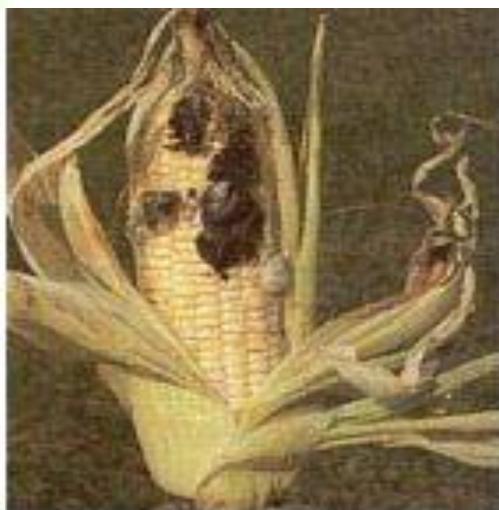
C. Uraian Materi

1. Ciri dan Sifat Fungi (Cendawan)

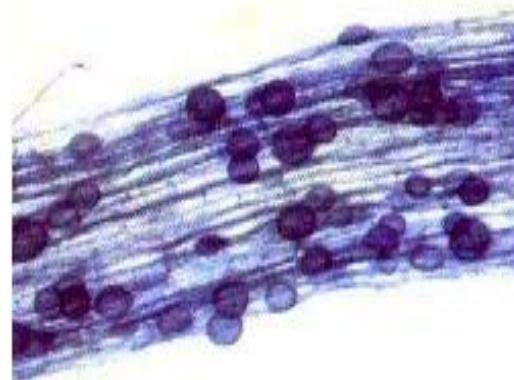
Fungi dalam bahasa Indonesia disebut cendawan. Ciri-ciri cendawan secara umum ialah makhluk hidup eukariotik, heterotrofik (tidak memiliki klorofil), memperoleh nutrisi melalui吸收 dan energy simpanannya berupa glikogen. Cendawan mempunyai struktur somatik bersel satu atau banyak (multiseluler), kebanyakan berupahifa dengan komponen utama dinding selnya ialah zat kitin, serta berkembang biak secara seksual dan aseksual dengan membentukspora. Dalam definisi ini, cendawan mencakup jamur, kapang, dan khamir. Jamur (*mushroom*) ialah cendawan yang tubuh buahnya berukuran besar dan sebaliknya kapang (*moulds*) ialah cendawan yang berukuran renik. Khamir (*yeast*) ialah cendawan bersel tunggal.



Cendawan bukanlah tumbuhan atau hewan. Cendawan tidak memiliki klorofil seperti tumbuhan sehingga tidak dapat melakukan fotosintesis dan menyimpan karbohidratnya dalam bentuk glikogen bukan pati seperti pada tumbuhan. Cendawan tidak menelan dan mengunyah makanan seperti pada hewan, melainkan merombak makanannya di luar tubuh secara enzimatik dan diserap melalui hifa. Cendawan termasuk makhluk hidup eukariotik karena sudah memiliki inti sel yang terbungkus membran. Hidupnya bersifat heterotrof dengan menggunakan bahan organik yang sudah tersedia. Bahan organik yang digunakan dapat berupa bahan organik mati (saprotrof) atau bahan organik hidup (simbiosis). Simbiosis dapat bersifat antagonistik dan mutualistik. Cendawan yang melakukan simbioisis antagonistik dapat menyebabkan penyakit parasitik yang merugikan makhluk hidup lainnya. Sebaliknya, cendawan yang membentuk simbiosis mutualistik menguntungkan baik inang maupun cendawannya itu sendiri. Inang untuk cendawan ialah tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme termasuk cendawan.



Gambar 17. Cendawan *Ustilago maydis* parasit pada jagung yang menyebabkan penyakit gosong, Sumber Campbell 2006



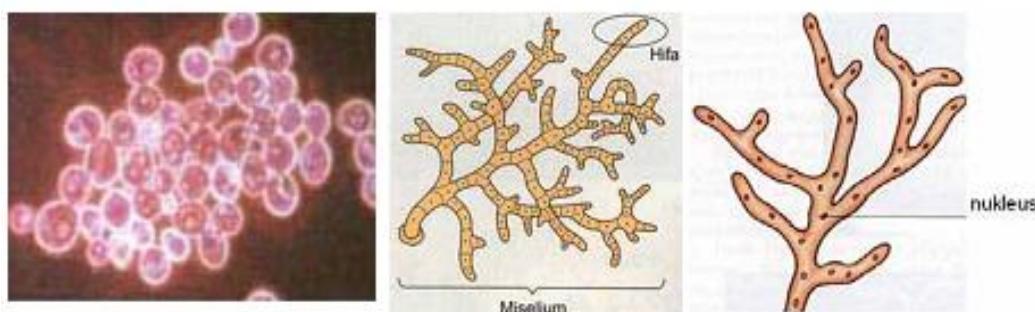
Gambar 18. Cendawan simbiosis mutualistik antara cendawan endomikoriza dan akar tanaman hortikultura, Sumber Campbell 2006

Struktur somatik cendawan multiseluler tersusun atas benang benang yang disebut hifa. Hifa merupakan tabung-tabung kecil berisisitoplasma dan nukleus. Dinding sel hifa umumnya tersusun atas kitin. Kumpulan hifa akan membentuk jalinan yang disebut miselium. Beberapa jenis cendawan memiliki hifa dengan sekat-sekat melintang yang dinamakan septa.



Hifa yang memiliki sekat dinamakan hifabersekat atau bersepta. Adapun hifa yang tidak memiliki sekat dinamakan asepta atau senositik. Hifa senositik memiliki banyak inti. Pada cendawan yang hidup sebagai parasit terdapat hifa yang mengalami modifikasi menjadi haustoria.

Haustoria adalah hifa yang berfungsi sebagai organ penyerap makanan ataumenempel pada inang. Selain menyerap makanan, hifa dapat berkembang membentuk struktur reproduksi.



Gambar 19. Struktur somatik cendawan berupa sel tunggal (a), hifa septat (b) dan hifa aseptat (c), Sumber Campbell 2006

Cendawan dapat berproduksi secara aseksual dan seksual dengan membentuk spora. Terdapat bermacam-macam spora aseksual yang dibentuk oleh cendawan, antara lain ialah konidium (jamak: konidia), sporangiospora (spora), dan klamidospora. Pembentukan spora seksual melibatkan proses perkawinan, kariogami dan meiosis. Ciri-ciri dari spora seksual digunakan dalam pengelompokan cendawan ke tingkat filum.

Peranan fungi (cendawan) dalam bidang Pertanian

- Sistematika, keragaman, dan peranan fungi (cendawan) dalam bidang pertanian**

Kingdom Fungi (Cendawan sejati)

1) Filum-Chytridiomycota

Cendawan ini merupakan cendawan sejati yang paling sederhana dan sering disebut kitrid. Reproduksi aseksualnya dilakukan dengan cara membentuk zoospora berflagela tunggal berbentuk *whiplash*. Reproduksi seksual dilakukan dengan membentuk spora rehat.

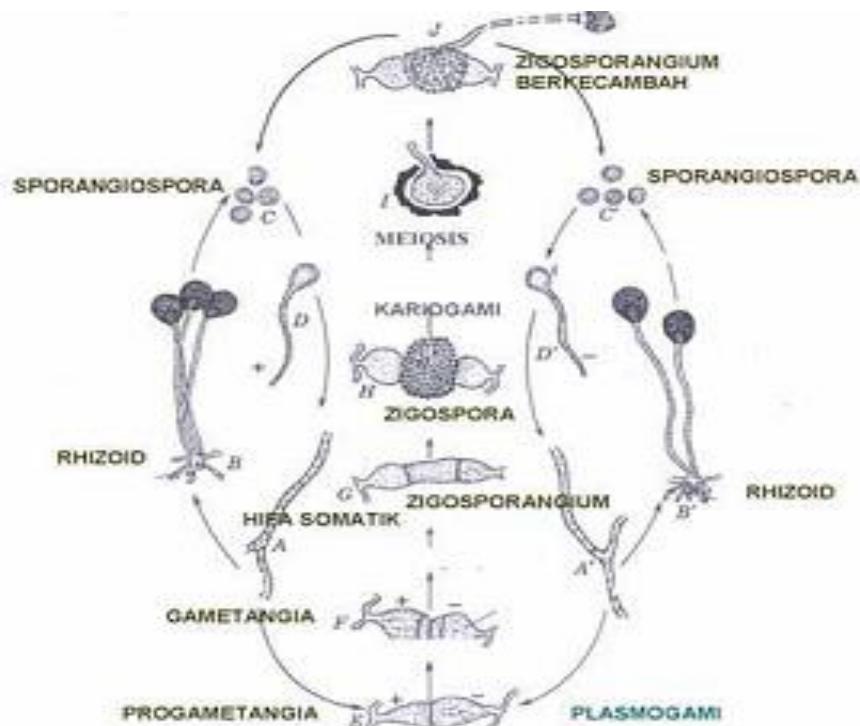


Filum ini merupakan nenek moyang dari cendawan sejati lainnya. Sebagian kitrid hidup di air tawar, air laut, dan lingkungan yang lembab. Salah satu kitrid yang bersifat parasit pada tumbuhan ialah genus *Synchytrium*. *Synchytrium endobioticum* dapat menyebabkan penyakit pada tanaman kentang.

2) Filum Zygomycota

Cendawan anggota filum Zygomycota banyak yang mempunyai nilai ekonomi penting. Cendawan ini ada yang digunakan untuk produksi makanan, industri asam organik, dan bersifat parasitik pada tanaman. Zygomycota yang digunakan untuk produksi makanan dan umum kita kenal ialah *Rhizopus oryzae* atau kapang tempe. Untuk lebih mengenal cendawan Zygomycota, marilah kita pelajari ciri-ciri reproduksi kapang tempe. Ciri-ciri *R. oryzae* secara umum, antara lainialah hifa tidak bersekat (senositik), hidup sebagai saprotrof, yaitu dengan menguraikan senyawa organik.

Reproduksi aseksual cendawan *R. oryzae* dilakukan dengan cara membentuk sporangium yang di dalamnya terdapat sporangiospora. Pada *R. oryzae* terdapat stolon, yaitu hifa yang terletak di antara dua kumpulan sporangiofor (tangkai sporangium). Reproduksi secara seksual dilakukan dengan fusi hifa (+) dan hifa (-) membentuk progamentangium. Progamentangium akan membentuk gametangium. Setelah terbentuk gamentangium, akan terjadi penyatuan plasma yang disebut plasmogami. Hasil peleburan pakan membentuk cigit yang kemudian tumbuh menjadi zigospora. Zigospora yang telah tumbuh akan melakukan penyatuan inti yang disebut kariogami dan akhirnya berkembang menjadi sporangium kecambah. Di dalam sporangium kecambah setelah meiosis akan terbentuk spora (+) dan spora (-) yang masing-masing akan tumbuh menjadi hifa (+) dan hifa (-)

Gambar 20. Daur hidup *R. stolonifer*

Anggota cendawan Zygomycota lainnya diantaranya ialah *Pilobolus* yang hidup pada kotoran ternak, *Cunninghamella* parasit pada pohon pinus, *Choaneophora* parasite pada tanaman *Cucurbitaceae*, *Glomus* dan *Gigaspora*. *Glomus* dan *Gigaspora* ialah cendawan yang membentuk simbiosis mutualistic mikoriza dengan berbagai macam tanaman termasuk tanaman pertanian yang mempunyai nilai ekonomi penting. Oleh karena itu kedua cendawan tersebut digunakan sebagai pupuk hayati.

Gambar 21. *Pilobolus* pada kotoran ternak, Sumber Campbell 2006

3) Filum-Ascomycota

Anda pernah makan tapai singkong atau tapai ketan? Tapai singkong atau tapai ketan yang dibuat dari bahan dasar singkong atau beras ketan merupakan hasil fermentasi khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Marilah kita bahas lebih lanjut ciri-ciri, cara reproduksi, dan peranan cendawan Ascomycota. Cendawan Ascomycota hidup sebagai saprotrof, simbiotik antagonistik, dan simbiotik mutualistik. Struktur somatik cendawan Ascomycota ada yang bersel satumisalnya *Saccharomyces* sp. yang disebut khamir, dan ada yang bersel banyak dengan hifa bersekat.

Cendawan yang memiliki sel banyak yang bersekat ada yang membentuk tubuh buah mikroskopis misalnya *Talaromyces*, dan ada yang membentuk tubuh buah makroskopis misalnya *Morchella* dan *Nectria*. *Morchella* ialah cendawan pangan dari Ascomycota. Cendawan kelompok ini melakukan reproduksi secara aseksual dengan cara membentuk konidium. Konidium ialah spora tunggal yang dihasilkan dalam kantung (sporangium).

Selain itu, beberapa Ascomycota berkembang biak dengan tunas. Tunas terbentuk dari percabangan sel. Setelah semua bagian sel terbentuk, tunas melepaskan diri dari induknya. Reproduksi secara seksual dilakukan dengan membentuk askokarp.

Reproduksi khamir secara seksual dilakukan dengan cara persatuan dua sel yang akan membentuk askus menjadi askospora. *Saccharomyces* dimanfaatkan untuk membuat tapai, bir, dan roti. Dalam proses pembuatan bir, khamir akan mengubah karbohidrat menjadi glukosa. Kemudian mengubah glukosa tersebut menjadi alkohol. Apabila ditulis dengan rumus kimia, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.





Saccharomyces juga dimanfaatkan untuk mengembangkan adonan roti, misalnya kue apem atau roti tawar. Adonan yang sudah jadi tidak langsung diolah, tetapi dibiarkan beberapa saat. Hal ini berfungsi untuk memberikan kesempatan pada khamir untuk melakukan proses fermentasi yang menghasilkan gas CO₂. Gas CO₂ yang terperangkap dalam adonan membuat teksturnya menjadi berongga dan mengembang. Khamir juga digunakan dalam industry alkohol. Proses akhir untuk mendapatkan alkohol ialah-dengan-cara-penyulingan.

4) Filum-Basidiomycota

Pernahkah kalian makan keripik jamur merang yang terkenal dari daerah Karawang atau jamur kancing yang berasal dari Dieng Wonosobo di Jawa Tengah? Keripik jamur merang ini dibuat dari bahan dasar jamur yang termasuk ke dalam filum *Basidiomycota*. Selain kripik, pernahkah kalian memakan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*), jamur merang (*Volvariella volvacea*), jamur shiitake (*Lentinula edodes*), dan jamur kuping (*Auricularia auricula*). Jamur tersebut merupakan jamur pangan yang telah umum dibudidayakan. Selain digunakan sebagai jamur pangan, filum *Basidiomycota* juga ada yang dimanfaatkan untuk pengobatan, contohnya *Ganoderma* sp. yang sering disebut Ling Zhe. Di alam, *Ganoderma* yang digunakan sebagai jamur obat, dapat juga bersifat parasit terutama pada tanaman kelapa sawit yang sulit dikendalikan.



Gambar 22. (a) Jamur shiitake, (b). Jamur kuping, Sumber Campbell 2006





Gambar 23. *Ganoderma* sp., Sumber Campbell 2006

Jamur tiram (Gambar 42, shiitake, dan kuping ialah jamur kayu yang sering dijumpai tumbuh pada batang pohon yang sudah lapuk, sedangkan jamur merang tumbuh pada jerami padi.



a b

Gambar 24. Variasi jamur tiram:a. jamur tiram coklat,
b. jamur tiram putih, Sumber Campbell 2006

Basidiomycota hidup sebagai saprotrof, simbiotik antagonistik, dan simbiotik mutualistik pada tumbuhan. Basidiomycota umumnya membentuk tubuh buah makroskopis yang disebut basidiokarp. Didalam basidiokarp terdapat basidium yang menyangga spora yang disebut basidiospora .Reproduksi seksual dimulai setelah terjadinya peleburan 2 miselium haploid atau 2 basidiospora yang serasi ($n+n$). Sel hifahaploid yang berinti 2 yang serasi disebut hifa haploid dikariotik. Hifahaploid dikariotik ($n+n$) terus tumbuh membentuk-basidiokarp.



Beberapa sel yang terdapat pada bagian fertil dari basidiokarp berkembang membentuk basidium muda yang kemudian melakukan kariogami menghasilkan inti diploid (2n). Setiap inti diploid mengalami meiosis menghasilkan 4 inti haploid yang kemudian berkembang menjadi basidiospora yang dibentuk di ujung basidium. Setiap basidium dewasa biasanya menyangga 4 basidiospora. Struktur yang menyangga basidiospora pada basidium disebut sterigma.

5) Cendawan bermitospora

Kelompok cendawan ini memiliki hifa bersekat dan melakukan reproduksi secara aseksual dengan konidium. Spora aseksual lainnya dapat berupa blastospora (spora yang dibentuk secara bertunas) atau artrospora (spora yang dibentuk dari bagian-bagian hifa). Dapun reproduksi secara seksualnya belum diketahui. Bila cendawan ini membentuk reproduksi seksual maka akan berubah menjadi filum Ascomycota jika membentuk askospora dan filum Basidiomycota jika membentuk basidiospora.

Beberapa anggota cendawan ini ada yang membentuk tubuh buah yang berisi spora aseksual yang disebut piknidium. Cendawan-cendawan bermitospora banyak yang bermanfaat dan juga merugikan manusia. Cendawan ini banyak yang sudah digunakan untuk industri diantaranya ialah antibiotik, pangan, dan pupuk hayati. Contoh dari cendawan yang berperan dalam industri antibiotik dan pangan ialah *Penicillium*. *Penicillium chrysogenum* dan *Penicillium notatum* digunakan sebagai penghasil antibiotik penisilin. Antibiotik penisilin pertama kali ditemukan oleh Alexander Fleming. *Penicillium roqueforti* dan *Penicillium camemberti* sering digunakan dalam pembuatan keju. Contoh lain cendawan bermitospora ialah *Monilia sitophila* (cendawan oncom) yang memiliki konidia berwarna merah jingga. Cendawan ini digunakan untuk pembuatan oncom merah.



Aspergillus niger digunakan untuk produksi asam sitrat atau pupuk hayati. *Aspergillus wentii* dapat dimanfaatkan dalam pembuatan kecap, sake, tauco, asam sitrat, dan asam oksalat. Anggota genus *Aspergillus* juga ada yang bersifat merugikan. *Aspergillus flavus* menghasilkan mikotoksin yang disebut aflatoksin. *Aspergillus fumigatus* dapat menimbulkan penyakit paru-paru pada burung. *Aspergillus* sp dapat hidup pada makanan, pakaian, buku, dan kayu yang lembab. Cendawan bermitospora banyak yang menyebabkan penyakit pada tumbuhan diantaranya ialah *Fusarium*, *Curvularia*, dan *Cladosporium*

b. Peranan fungi (cendawan) lainnya dalam bidang pertanian

Keberadaan fungi atau cendawan sangat berlimpah dan mempunyai peranan yang sangat penting di alam termasuk dalam bidang pertanian. Dalam bidang pertanian peranan cendawan dapat merugikan dan menguntungkan. Cendawan simbiotik antagonistic atau sering disebut cendawan parasit merugikan produksi pertanian, sedangkan cendawan simbiotik mutualistik sangat menguntungkan. Simbiotik mutualistik cendawan yang mempunyai peran dalam pertanian diantaranya ialah mikoriza dan liken.

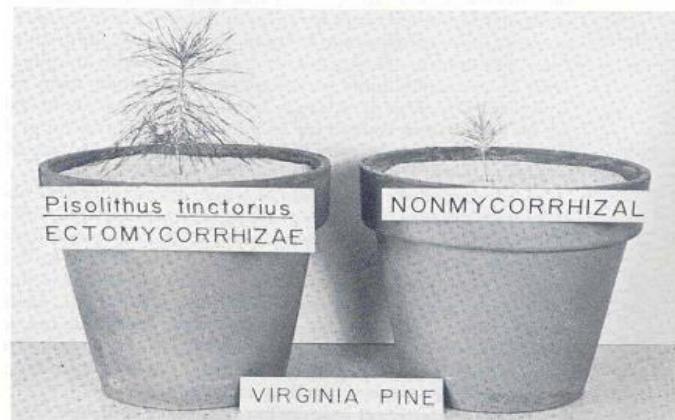
1) Mikoriza

Mikoriza ialah simbiosis mutualistik antara cendawan dengan akar tumbuhan. Dalam simbiosis mikoriza, cendawan mendapatkan unsur karbon dari tumbuhan, sedangkan tumbuhan mendapatkan air dan mineral dari cendawan, terutama fosfat. Hampir semua tumbuhan di dunia bersimbiosis membentuk mikoriza. Cendawan yang membentuk simbiosis mikoriza disebut cendawan mikoriza. Cendawan mikoriza termasuk ke dalam filum Zygomycota, Ascomycota, dan Basidiomycota.

Berdasarkan tipe kolonisasinya, mikoriza dibedakan menjadi ektomikoriza dan endomikoriza.

**a) Ektomikoriza**

Salah satu contoh ektomikoriza ialah simbiosis mutualistik antara cendawan dengan akar pohon *Pinus* sp (Gambar 69). Cendawan yang membentuk ektomikoriza ialah Ascomycota dan Basidiomycota. Kolonisasi cendawan terbentuk secara interseluler dan membentuk hifa pada permukaan luar akar inangnya yang disebut mantel. Hifa cendawan mengkolonisasi akar sampai kortex dan tidak menembus endodermis. Selain tumbuh di dalam akar hifa cendawan juga tumbuh di dalam tanah yang berfungsi untuk menyerap air dan zat hara terutama fosfat sehingga mikoriza berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan akar.



Sumber: Moore-Landecker 1996

Gambar 25. Peningkatan pertumbuhan tanaman *Pinus* yang bersimbiosis dengan cendawan membentuk ektomikoriza.

b) Endomikoriza

Endomikoriza ialah mikoriza yang kolonisasi cendawannya terjadi secara intraseluler. Simbiosis mutualistik endomikoriza terbentuk antara cendawan dengan tanaman pertanian, perkebunan, tanaman dari hutan tanaman industri, dan tanaman hias. Anggrek, jagung, alpukat, melon, coklat, sengon, dan kunyit merupakan contoh tanaman yang bersimbiosis membentuk endomikoriza. Seperti halnya pada ektomikoriza, pada endomikoriza kolonisasi cendawan hanya sampai pada kortex. Cendawan mikoriza tidak mengkolonisasi endodermis akar seperti pada cendawan parasit. Endomikoriza termasuk filum Zygomycota.



Fungi mikoriza arbuskula bersifat obligat, sehingga untuk hidup dan berkembangbiaknya selalu menggunakan tanaman inang (*host*). Salah satu teknik untuk mengembangbiakan FMA adalah biakan pot (pot kultur), dimana FMA dibiarkan tumbuh dan berkembang dalam sistem perakaran inangnya yang ditumbuhkan dalam pot yang berisi media tertentu

Manfaat

- a) Menekan kebutuhan penggunaan pupuk kimia terutama N, P dan K secara bertahap hingga 30 %.
- b) Meningkatkan rendemen dan hasil Produksi.
- c) Memperkuat batang tanaman dan membantu secara aktif dalam pengisian buah.
- d) Memperbaiki kapasitas tukar kation (KTK) di dalam tanah.
- e) Memperbaiki sifat Fisik, Kimia dan Biologi Tanah.
- f) Meningkatkan jangkauan akar dengan dibantu oleh miselia Mikoriza Plus. Sehingga nutrisi yang tidak tersentuh oleh akar mampu di transfer oleh Mikoriza dan disalurkan ke akar tanaman.
- g) Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap pathogen akar dan kekeringan.
- h) Mikoriza plus mampu meningkatkan ketersediaan unsur Phosphat, menguraikan Phosphat yang berikatan, dan juga unsur hara lainnya
- i) Mikoriza Plus dapat di gunakan untuk Tanaman Padi-Palawija, Hortikultura, Tanaman Perkebunan berbatang Lunak.

Cara Penggunaan

- a) Mikoriza Plus ditaburkan secara merata pada permukaan lahan di persemaian sebagai pupuk dasar, kemudian setelah rata, benih disemaikan (semai benih jangan terlalu rapat)
- b) Ketika benih berkecambah, spora akan hidup dan menempel di akar. Mikoriza Plus membutuhkan waktu \pm 7 hari untuk dapat berkembang aktif dan bersimbiosis dengan akar tanaman,
- c) Mikoriza Plus dapat disebarluaskan pada tanaman yang sudah tumbuh di persemaian minimal \pm 7 hari sebelum cabut bibit (Transplanting/Aklimatisasi)



- d) Mikoriza Plus juga dapat diaplikasikan di pertanaman dengan cara mencampur 20 kg Mikoriza Plus dengan Bokhasi 2 Kw kemudian disebarluaskan secara merata di pertanaman.
- e) Aplikasi mikoriza Plus dapat dicampur dengan pupuk makro tunggal maupun majemuk seperti (N, P, K, NPK, KCl, Za, Phonska dll)
- f) Tidak diperkenankan mencampur Mikoriza Plus dengan pupuk mikro yang memiliki kandungan logam berat di atas 5% seperti (Fe, Zn, Mn, Cu, dls)

Dosis

- a) 20Kg Mikoriza Plus/Ha. Untuk tanaman di persemaian.
- b) 20Kg Mikoriza Plus + 2 Kw Bokhasi/Ha. Untuk di pertanaman.

2) Liken (lumut kerak)

Di tembok-tembok, genting atau pada batang pohon sering kita temukan struktur seperti sisik berwarna-warni. Sisik tersebut sebenarnya ialah **lumut kerak** (lichens/liken). Meskipun disebut lumut kerak, namun makhluk hidup ini tidak termasuk ke dalam kelompok lumut. Lumut kerak merupakan simbiosis mutualistik antara cendawan dari kelompok Ascomycota atau Basidiomycota dengan ganggang hijau atau ganggang hijau biru (sianobakteri) dengan simbiosis ini, cendawan memperoleh makanan dari hasil fotosintesis ganggang, sedangkan ganggang memperoleh air dan mineral dari cendawan. Pada liken, sering ditemukan struktur seperti tepung. Tepung itu adalah beberapa sel ganggang yang terbungkus hifa dan terdapat di permukaan lumut kerak yang disebut **soredium** (jamak: soredia). Soredium berfungsi untuk pembiakan secara vegetatif (fragmentasi), selain dengan spora dan membelah diri.



Gambar 26. Liken yang melekat pada batu



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tujuan pembelajaran materi jamur, ciri ,sifat , reproduksi dan perananya dalam kehidupan sehari - hari
2. Perserta diklat diminta mengamati jamur tempe/ jamur oncom/ jamur kuping/ lumut kerak /FMA melalui slide, gambar atau bagan
3. Selanjutnya peserta diklat mengamati dan membuat catatan berkaitan dengan jamur, ciri, sifat, reproduksi dan perananya dalam kehidupan sehari-hari
4. Selanjutnya disampaikan pertanyaan, bagaimana tempe, oncom itu dapat terjadi, mikroorganisme apa yang berperan dalam proses pembuatan tersebut.
5. Selanjutnya disampaikan pertanyaan , bagaimanakah ciri jamur,sifat jamur, reproduksi jamur dan perananya dalam kehidupan sehari – hari ?
6. Peserta diklat membaca uraian materi tentang jamur, ciri , sifat , reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
7. Selanjutnya disampaikan materi tentang jamur, ciri , sifat , reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
8. Pada awal sub bab ini, anda sudah melakukan kegiatan mengamati gambar, salah satunya jamur tiram. Kemudian apakah yang dimaksud dengan hifa, miselium, spora ? Apakah semua jamur memiliki struktur sama ? Apa yang dimaksud dengan miselium generatif ? Untuk menjawab pertanyaan tersebut bacalah pada uraian materi tentang struktur tubuh jamur
9. Selanjutnya peserta diklat diminta melakukan praktikum pengamatan struktur tubuh jamur (fungi) dengan lembar kerja sebagai berikut:

Judul Kegiatan : Menganalisis struktur tubuh jamur (fungi)

Tujuan : Peserta diklat mampu menganalisis struktur tubuh berbagai jenis jamur secara fakta , dengan benar

Alat :

- a. Mikroskop, Kaca obyek dan kaca penutup (cover glass)
- b. Silet yang tajam dan jarum pentul, Pipet tetes , Keras tissue
- c. Beker glass

Bahan: Jamur tempe, jamur oncom, jamur kuping, jamur merang yang sudah mekar, lichen (lumut kerak), dan jamur lain yang tumbuh di lingkungan



Cara Kerja :

- a. Buatlah preparat dengan cara sebagai berikut.
 - Teteskan sedikit air pada kaca obyek.
 - Ambil sedikit jamur tempe dengan menggunakan jarum pentul, letakkan diatas kaca obyek , kemudian tutup dengan kaca penutup (cover glass)
- b. Amati dengan mikroskop, gunakan perbesaran 100x. Gambarlah obyek yang terlihat . Perhatikan bagian – bagian hifa, stolon, sporangiofor, dan sporangiumnya
- c. Dengan cara yang sama , buatlah preparat untuk jamur oncom. Amati dan gambar bagian- bagiannya.
- d. Amati dan gambarlah tubuh buah jamur merang , jamur kuping, dan lichen
- e. Buatlah preparat untuk jamur merang, jamur kuping, dan lichen dengan cara mengiris setipis mungkin penampang lintang dan penampang bujur tubuh jamur.
- f. Amati dengan mikroskop, gambarkan , dan sebutkan bagian- bagianya
 - Ambilah bagian lembaran di bawah tudung jamur merang .
 - Iris secara melintang bagian paling bawah.
 - Amati bagian basidium dan basidiospora dan gambarlah
- g. Buatlah laporan dan bahan bahan presentasi dengan lengkap
- h. Presentasikan dan diskusikan hasil laporan anda agar mendapatkan masukan dari kelompok lain tentang jenis/kelompok , ciri, sifat, system reproduksi jamur dan peranannya dalam kehidupan sehari-hari
- i. Buat kesimpulan dari hasil diskusi

10. Selanjutnya peserta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
11. Selanjutnya peserta diklat diminta untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari tentang jamur, ciri , sifat , reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari dan menyampaikan materi yang belum jelas
12. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan, peserta diberikan tugas dan latihan / tes



Pertanyaan :

1. Jelaskan jamur yang termasuk divisi Zygomycota, Ascomycota, dan Basidiomycota
2. Setiap divisi jamur mempunyai ciri-ciri spesifik, bandingkan perbedaan ciri-ciri jamur divisi Zygomycota, Ascomycota, dan Basidiomycota
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan :
 - a. Hifa, miselim, dan tubuh buah
 - b. Sporangiospora dan konidiospora
 - c. Askoskarp, askus, dan askospora
 - d. Basidiokarp, basidium, dan basidiospora
4. Lichen atau dikenal dengan lumut kerak, bukan termasuk golongan lumut. Di alam Lichen ini berwarna biru kehijauan, menurut saudara mengapa lumut kerak ini berwarna biru kehijauan?

E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan

Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang tepat !

1. Penyakit rebah semai yang sangat merugikan para petani disebabkan oleh serangan
 - a. *Phytophthora infestans*
 - b. *Phytophthora faberi*
 - c. *Saprolegnia*
 - d. *Phytum*
 - e. *Achilya*
2. Reproduksi seksual *Phytophthora* ialah dengan cara membentuk....
 - a. Spora kembar
 - b. Oospora
 - c. Zoospora
 - d. Askospora
 - e. Konidiospora



3. *Plasmopara viticola* merupakan anggota cendawan semu yang hidup sebagai parasit pada tanaman
 - a. Apel
 - b. Anggur
 - c. Stroberi
 - d. Papaya
 - e. Kubis
4. Salah satu produk pada proses peragian dengan *Saccharomyces cerevisiae* ialah
 - a. Alcohol
 - b. Karbohidrat
 - c. Antibiotic
 - d. Aflatoksin
 - e. Keju
5. Kapang yang tumbuh pada kacang tanah yang menghasilkan aflatoksin ialah
 - a. *Penicillium notatum*
 - b. *Aspergillus flavus*
 - c. *Fusarium* sp.
 - d. *Rhizopus oryzae*
 - e. *Saccharomyces cerevisiae*
6. Kapang yang digunakan dalam pembuatan tempe ialah
 - a. *Rhizopus oryzae*
 - b. *Aspergillus oryzae*
 - c. *Phytophtora infestans*
 - d. *Saccharomyces cerevisiae*
 - e. *Aspergillus wentii*



7. Pada proses peragian (fermentasi) yang dilakukan oleh *Saccharomyces* sp. terjadi reaksi
 - a. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$
 - b. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - c. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$
 - d. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{E}$
 - e. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{O}_2$
8. Seorang siswa bernama Mega menemukan makhluk hidup tidak berklorofil, hifa bersekat, reproduksi aseksual dengan membentuk konidium, sedangkan reproduksi seksualnya belum diketahui. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Mega menyimpulkan bahwa makhluk hidup tersebut termasuk dalam filum
 - a. Oomycota
 - b. Zygomycota
 - c. Ascomycota
 - d. Basidiomycota
 - e. Deuteromycota
9. Basidiomycota yang digunakan sebagai jamur obat ialah
 - a. Jamur tiram
 - b. Jamur merang
 - c. Jamur kuping
 - d. LingZhe
 - e. Shiitake
10. Jamur yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan ialah
 - a. *Volvariella volvacea*
 - b. *Amanita aplanoides*
 - c. *Physarum debarianum*
 - d. *Saccharomyces cerevisiae*
 - e. *Ganoderma aplanatum*



F. Rangkuman

Cendawan termasuk makhluk hidup eukariotik (inti sel bermembran), bersel satu atau banyak (multiseluler) dengan dinding sel umumnya dari zat kitin dan tidak berklorofil. Memiliki struktur somatik dan struktur reproduktif. Hidupnya bersifat heterotrof. Dapat bersifat saprotrof, simbiotik antagonistik, dan simbiotik mutualistik. Berdasarkan perkembangan sistematika cendawan terkini, kingdom (dunia). Fungi ditata ulang menjadi 3 kingdom yaitu Chromista (cendawan semu), Protocista (cendawan protozoa), dan Fungi (cendawan sejati). Kingdom Chromista terdiri atas 2 filum diantaranya ialah Oomycota (cendawan air).

Sedangkan kingdom fungi terdiri atas 5 filum yaitu Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, dan form filum Deutromycota. Zygomycota merupakan cendawan yang memiliki hifa tidak bersekat (senositik), reproduksi seksual (dengan membentuk zigospora) dan aseksual (dengan membentuk sporangiospora). Contoh cendawan ini ialah *Rhizopus oryzae* (kapang tempe). Ascomycota merupakan cendawan yang memiliki hifa bersekat. Reproduksi aseksual dengan membentuk konidium sedangkan reproduksi seksual dengan askospora. Contohnya Ascomycota ialah *Saccharomyces cerevisiae* yang dimanfaatkan dalam pembuatan tapai, roti, dan bir. Contoh lain Ascomycota ialah *Morchella*, dan *Nectria*. Basidiomycota merupakan cendawan yang memiliki hifa bersekat.

Reproduksi secara aseksual dengan membentuk konidium dan seksual membentuk basidiospora. Contoh Basidiomycota yang digunakan sebagai jamur pangan ialah jamur merang (*Volvariellaceae*), jamur kuping (*Auricularia auricula*), dan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*). *Ganoderma* sp. merupakan contoh Basidiomycota yang digunakan sebagai jamur obat. Form filum Deutromycota merupakan kelompok cendawan yang belum diketahui proses reproduksi seksualnya. Reproduksi aseksual membentuk konidium. Contoh cendawan ini yang menyebabkan penyakit pada tumbuhan ialah *Fusarium*, *Curvularia*, dan *Cladosporium*. Sedangkan yang digunakan dalam industri asam organik, antibiotik dan pangan ialah *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, dan *Monilia sitophila*. Bentuk simbiosis mutualistik antara fungi dan akar tumbuhan disebut mikoriza. Hifa cendawan mikoriza memperluas bidang penyerapan akar tanaman.



G. Umpulan 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 mengidentifikasi ciri- ciri jamur		
2	Dapat mengidentifikasi sifat – sifat jamur		
3	Dapat memahami reproduksi jamur		
4	Dapat memberikan contoh jamur yang menguntungkan dalam bidang peternakan		
5	Dapat menganalisis jamur yang berperan dalam pengolahan pangan dan produk pangan nya		
6	Dapat menganalisis jamur yang parasit pada kehidupan		
7	Dapat menganalisis proses dan peranan mikoriza dalam bidang pertanian		

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 4.

Plantae (Tumbuhan), Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya Dalam Kehidupan Sehari-hari

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

1. Peserta diklat mampu menganalisis Ciri-ciri, Sifat, Reproduksi dan peranan plantae dalam kehidupan dengan benar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu menganalisis ciri-ciri plantae dengan benar
2. Peserta diklat mampu menganalisis sifat plantae dengan benar
3. Peserta diklat mampu menganalisis reproduksi plantae dengan benar
4. Peserta diklat mampu menerapkan peranan plantae dalam kehidupan sehari-hari

C. Uraian Materi

Dalam biologi, **tumbuhan** adalah organisme Eukariota Multiseluler yang tergolong ke dalam kerajaan Plantae. Di dalamnya terdiri atas beberapa klas yakni, tanaman berbunga, Gymnospermae atau Tumbuhan ber biji terbuka, Lycopodiopsida, paku-pakuan, lumut, serta sejumlah alga hijau.

Tanaman hijau memiliki dinding sel yang kokoh mengandung selulosa. Hampir semua anggota tumbuhan bersifat *autotrof*, yakni memproduksi energi sendiri dengan mengubah energi cahaya matahari melalui proses yang disebut fotosintesis dalam organel sel bernama kloroplas. Karena warna hijau yang dominan pada anggota kerajaan ini, nama lain yang dipakai adalah **Viridiplantae** ("tetumbuhan hijau"). Nama lainnya adalah **Metaphyta**.



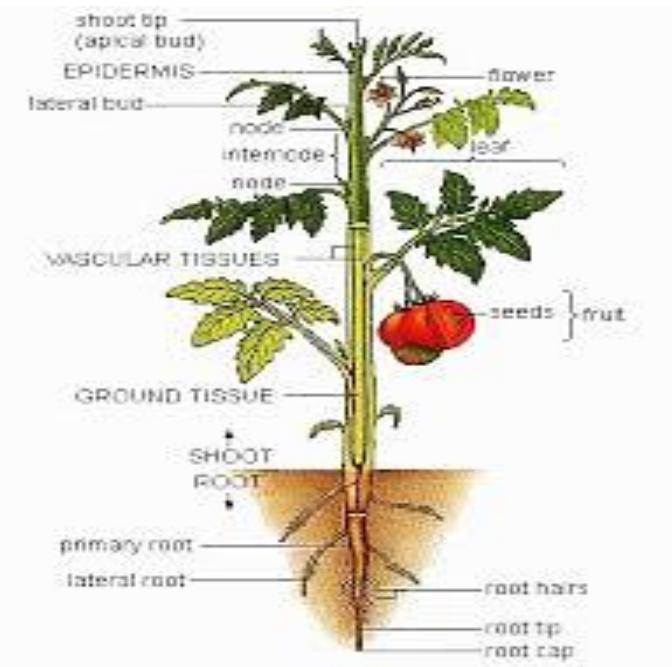
Namun ada juga tumbuhan yang bersifat parasit dan beberapa sudah tidak memiliki kemampuan fotosintesis dengan sedikit atau bahkan tanpa klorofil. Tanaman juga bisa dikarakterisasi dari cara mereka berkembang biak, kemampuan pertumbuhan, dan pergiliran keturunan.

Tercatat sekitar 350.000 spesies organisme termasuk di dalamnya, tidak termasuk alga hijau. Dari jumlah itu, 258.650 jenis merupakan tumbuhan berbunga dan 18.000 jenis tumbuhan lumut. Tumbuhan hijau menghasilkan hampir seluruh molekul oksigen di muka bumi ini dan merupakan bagian terpenting dalam sistem ekologi bumi.

Tumbuhan-tumbuhan yang sudah di domestikasi bisa menghasilkan biji, buah-buahan dan sayuran yang berguna sebagai bahan dasar pangan manusia. Selain itu tumbuhan juga digunakan sebagai tanaman hiasan dan banyak yang berkhasiat obat serta digunakan dalam ilmu medis. Ilmu mengenai studi tanaman disebut botani, yakni salah satu cabang ilmu biologi.

Ciri-ciri Plantae

Ciri yang segera mudah dikenali pada tumbuhan adalah warna hijau yang dominan akibat kandungan pigmen klorofil yang berperan vital dalam proses penangkapan energi melalui fotosintesis. Dengan demikian, tumbuhan secara umum bersifat autotrof. Beberapa perkecualian, seperti pada sejumlah tumbuhan parasit, merupakan akibat adaptasi terhadap cara hidup dan lingkungan yang unik. Karena sifatnya yang autotrof, tumbuhan selalu menempati posisi pertama dalam rantai aliran energi melalui organisme hidup (rantai makanan).



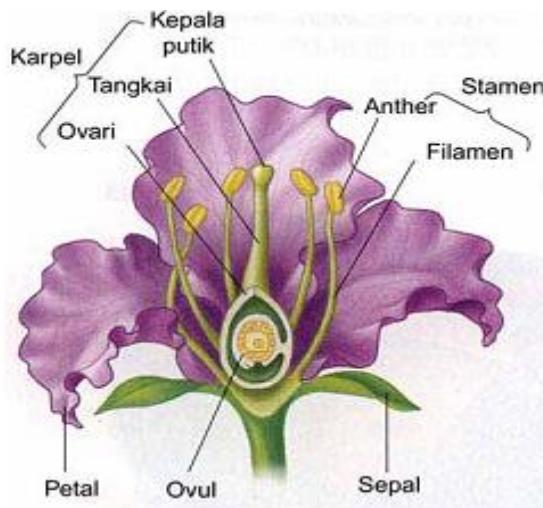
Gambar 27. Morfologi tumbuhan

Tumbuhan bersifat stasioner atau tidak bisa berpindah atas kehendak sendiri, meskipun beberapa alga hijau bersifat motil (mampu berpindah) karena memiliki flagelum. Akibat sifatnya yang pasif ini tumbuhan harus beradaptasi secara fisik atas perubahan lingkungan dan gangguan yang diterimanya. Variasi morfologi tumbuhan jauh lebih besar daripada anggota kerajaan lainnya.

Selain itu, tumbuhan menghasilkan banyak sekali metabolit sekunder sebagai mekanisme pertahanan hidup atas perubahan lingkungan atau serangan pengganggu. Reproduksi juga terpengaruh oleh sifat ini. Pada tingkat selular, dinding sel yang tersusun dari selulosa, hemiselulosa, dan pektin menjadi ciri khasnya, meskipun pada tumbuhan tingkat sederhana kadang-kadang hanya tersusun dari pektin. Hanya sel tumbuhan yang memiliki plastida; juga vakuola yang besar dan seringkali mendominasi volume sel.



Reproduksi pada tumbuhan



Gambar 28. Struktur bunga (Campbell, 2006).

Reproduksi (re = ulang, produksi = hasil), mengandung arti perkembangbiakan. Dispersal, artinya pemencaran alat-alat perkembangbiakan. Untuk melestarikan jenisnya, (kelangsungan hidup dan proses mempertahankan jenis) tumbuhan mengadakan perkembangbiakan dengan cara yang berbeda-beda menurut jenisnya masing-masing. Alat perkembangbiakan pada tumbuhan lengkap seperti Gambar berikut. Perkembangbiakan pada umumnya dibedakan dalam dua cara berikut ini:

1. Perkembangbiakan-aseksual
2. Perkembangbiakan-seksual

1. Perkembangbiakan Aseksual (Vegetatif)

Reproduksi aseksual (vegetatif) yaitu terjadinya calon individu baru tanpa peleburan gamet jantan dan gamet betina. Perkembangbiakan vegetatif berdasarkan ada tidaknya campur tangan manusia dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

- a. **Vegetatif alamiah**, pada perkembangbiakan ini calon individu baru terjadi tanpa peleburan 2 buah gamet dan tanpa campurtangan manusia. Misalnya:
 - 1) *Pembelahan sel*, seperti pada *Amoeba proteus*, *Chlorophyceae*, dan bakteri.



- 2) *Pembentukan spora* (sel terspesialisasi bereproduksi vegetative dan spora terbentuk dari peleburan dua sel dilakukan secara generatif), seperti jamur (fungi).
- 3) *Fragmentasi* (melepaskan sejumlah sel disebut homogonium), seperti Cyanophyceae, dan Liken.
- 4) *Pembentukan tunas/anakan*, seperti bambu dan pisang.
- 5) *Tunas adventif*, seperti cocor bebek.
- 6) *Rizoma = rimpang* (batang yang tumbuh sejajar di bawah permukaan tanah), seperti alang-alang.
- 7) *Kormofita*, seperti mangga, durian, dan sawo manila.
- 8) *Umbi lapis*, seperti bawang merah (*Allium cepa*).
- 9) *Umbi batang*, seperti kentang.
- 10) *Umbi akar*, seperti ubi kayu.
- 11) *Geragih atau stolon* (batang yang tumbuh menjalar di atas permukaan tanah), seperti lengkuas, dan jahe.

b. **Vegetatif buatan**, merupakan perkembangbiakan dengan bantuan campur tangan manusia. Misalnya: mencangkok, menempel (okulasi), menyambung, merunduk, mengenten, danstek. Keuntungannya ialah mendapatkan tanaman sesuai dengan sifat induknya dan cepat menghasilkan buah. Sedangkan kerugiannya ialah tumbuhan tidak kokoh dan tidak tahan hiduplama.

2. Perkembangbiakan Seksual (Generatif)

Generatif (seksual), yaitu terjadinya calon individu baru didahului dengan peleburan sepasang gamet. Reproduksi generatif dapat berlangsung dengan cara:

- a. Konyugasi (peleburan dua sel yang belum terspesialisasi disebut zygospora).
Contoh: Chlorophyta.
- b. Fertilisasi (peleburan sepasang gamet membentuk zigot).
Contoh: Chrysophyta
- c. Partenogenesis (ovum tidak dibuahi, dapat menjadi individu baru).
Contoh: Spermatophyta.



Metagenesis (pergiliran keturunan dimana reproduksi vegetatif bergantian dengan generatif). Contoh: Cormophyta. Pada tumbuhan berbiji, pembuahan didahului oleh peristiwa penyerbukan atau persarian. Penyerbukan terjadi apabila serbuk sari sampai pada tempat tujuannya. Pada Gymnospermae, serbuk sari sampai di tetes penyerbukan pada bakal biji dan pada Angiospermae terjadi bila serbuk sari sampai di kepala putik. Berhubungan dengan peristiwa penyerbukan dan pembuahan inimaka tumbuhan berbiji memiliki alat penyerbukan yaitu serbuk sari dan kepala putik. Serbuk sari/tepung sari terdapat pada benang sari, kepala putik terdapat pada putik.

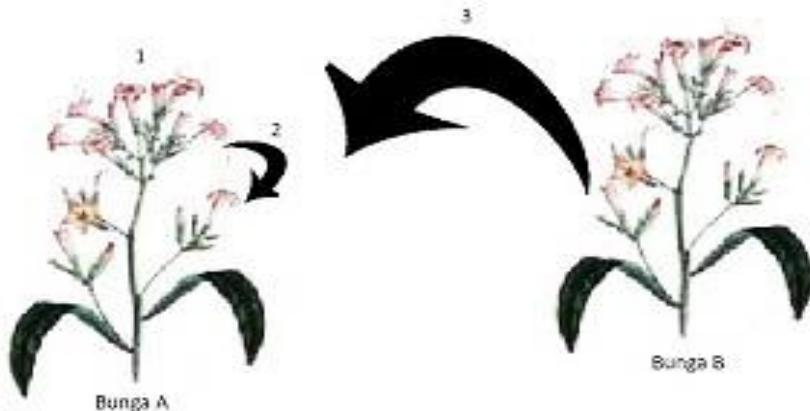
1. Macam-macam Penyerbukan (Polinasi)

Polinasi (penyerbukan) adalah jatuhnya serbuk sari yang berisi sperma ke tempat bakal biji yang berovum. Polinasi hanya terdapat pada tumbuhan yang mempunyai serbuk sari dan bakal biji, yaitu pada Angiospermae dan Gymnospermae. Penyerbukan dibagi berdasarkan:

a. Asal serbuksari

Asal serbuksari, yaitu:

- 1) Penyerbukan sendiri (*autogami*), yaitu serbuk sari berasal dari bunga yang sama. Kalau penyerbukan terjadi selagi bunga belum mekar disebut *kleistogami*.
- 2) Penyerbukan tetangga (*geitonogami*), yaitu serbuk sari berasal dari bunga lain pada satu individu.
- 3) Penyerbukan silang (*alogami*), yaitu serbuk sari berasal dari individu lain yang spesiesnya sama.
- 4) Penyerbukan bastar, yaitu serbuk sari berasal dari bunga tumbuhan yang berbeda spesies.



Gambar 29. Tiga macam penyerbukan (Sumber; belajar.dindikptk.net)

b. Faktor yang menyebabkan serbuk sari

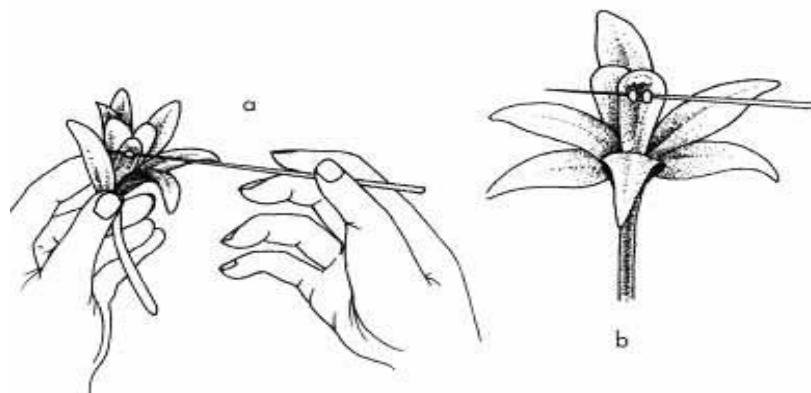
Faktor yang menyebabkan serbuk sari sampai di tempat tujuan (dengan perantara), dibedakan atas:

- 1) Penyerbukan dengan bantuan angin (*anemogami*). Ciri-ciri tumbuhannya ialah memiliki serbuk sari yang banyak, lembut, kering dan warna mahkota tidak perlu menarik perhiasan bunganya tidak ada dan kalau ada hanya kecil, sederhana dan ringan. Misalnya: pada padi-padian dan berbagai jenis rumput-rumputan.
- 2) Dibantu oleh air (*hidrogami*), misalnya terjadi pada *Hydrilla* sp
- 3) Dibantu oleh hewan (*zoidogami*) dibedakan atas:
 - a) Penyerbukan dengan bantuan serangga (*entomogami*). Ciri tumbuhannya: memiliki mahkota yang menarik (berwarnawarni), menghasilkan madu, atau serbuk sari.
 - b) Penyerbukan dengan bantuan burung (*ornitogami*). Ciri tumbuhannya: bunganya mengandung banyak madu, berukuran besar.
 - c) Penyerbukan dengan bantuan kelelawar (*kiroptero*gami). Ciri tumbuhannya: bunganya mekar pada malam hari.
 - d) Penyerbukan siput (*malakogami*) Terjadi pada tumbuhan yang sering mendapat kunjungan dari siput.
- 4) Dibantu oleh manusia (*antropogami*), karena di alam tidak ada perantara yang cocok dalam proses penyerbukannya, misalnya pada tumbuhan vanilli.





Gambar 30. Penyerbukan oleh serangga
(Sumber: asagenerasiku.blogspot.com)



Gambar 31. Penyerbukan yang dibantu manusia
(Sumber: puffydevil.blogspot.com)

Faktor-faktor yang menyebabkan tumbuhan tidak dapat mengadakan penyerbukan sendiri (autogami) adalah:

- 1) *Dioeus* (*berumah dua*), yaitu serbuk sari dan putik terletak pada individu yang berbeda. Contoh: salak, melinjo.
- 2) *Dikogami*, yaitu masaknya serbuk sari dan putik tidak bersamaan, dapat dibedakan atas:
 - a) *Protogini*, yaitu putik matang lebih dulu. Contoh: cokelat, alpokat.
 - b) *Protandri*, yaitu serbuk sari suatu bunga masak lebih dulu. Contoh: jagung.
 - c) *Herkogami*, yaitu serbuk sari tidak dapat jatuh ke kepala putik (*vanili*).
 - d) *Heterostili*



Yang terjadi pada serbuk sari setelah penyerbukan: Eksin pecah, serbuk sari membentuk buluh serbuk dan didalamnya mengandung dua inti yaitu inti tabung dan inti generatif. Inti generatif membelah menghasilkan dua inti sperma. Buluh serbuk memanjang menuju mikropil. Sinergid membantu inti sperma memasuki bakal biji melalui mikropil. Dalam bakal biji satu inti sperma melebur dengan ovum, hasilnya adalah zigot diploid. Inti sperma lainnya melebur dengan dua inti kutub membentuk inti triploid yang akan berkembang menjadi endosperm = tempat makanan cadangan untuk lembaga (fertilisasi ganda pada Angiospermae).



Gambar 32. Proses pembuahan

Pada Gymnospermae semua inti sperma melebur dengan ovum (fertilisasi tunggal). Cara masuknya inti sperma ke dalam bakal biji dibedakan menjadi:

- 1) Porogami: bila inti sperma masuk melalui mikropil
- 2) Aporogami : bila inti sperma masuk tidak melalui mikropil, misalnya melalui kalaza-disebut-Kalazogami.

Cara terbentuknya lembaga (bakal tumbuhan baru) dilakukan dengan:

- 1) Amfiksis, bila lembaga berasal dari hasil peleburan ovum dan sperma.
- 2) Apomiksis, bila lembaga bukan berasal dari hasil peleburan ovum dan sperma.

Apomiksis dapat terjadi secara:

- 1) **Partenogenesis**, embrio berasal dari ovum yang tidak dibuahi
- 2) **Apogami**, embrio berasal dari bagian lain dari luar kandung lembaga tanpa dibuahi misalnya dari sinergid. Embrionik adventif, embrio berasal dari sel di luar bakal biji tanpa-dibuahi

Apomiksis dapat menyebabkan terbentuknya lebih dari satu embrio (poliembrioni) dalam biji, sering terdapat pada biji mangga dan jeruk.



2. Pembuahan

Pembuahan (fertilisasi) adalah peristiwa terjadinya peleburan antara gamet jantan dan betina. Terdapat perbedaan pembuahan pada gymnospermae dan angiospermae. Pada gymnospermae, terjadi pembuahan tunggal, sedangkan pada angiospermae terjadi pembuahan ganda.

a. Pembuahan tunggal pada *Gymnospermae*

Pembuahan tunggal terjadi bila setiap pembuahan (satu kali pembuahan) menghasilkan embrio. Tumbuhan yang melaksanakan pembuahan ini mempunyai alat perkembang biakan yang berkumpul pada satu badan yang disebut strobilus (kerucut). Strobilus jantan kecil disebut mikrosporofil, sedangkan strobilus betina besar disebut makrosporofil.

Jalannya pembuahan tunggal:

- 1) serbuk sari (mikrospora) yang sampai di tetes penyerbukan (padastrobilus betina) terisap masuk ke ruang serbuk sari melalui mikropil. Serbuk sari ini terdiri dari sel generatif atau sel anteridium (kecil) dan sel vegetatif atau sel tabung-(besar).
- 2) serbuk sari yang berada di ruang serbuk kemudian tumbuh membentuk buluh serbuk sari menuju ruang arkegonium. Pada saat itu sel generatif membelah menjadi dua yaitu sel dinding (dislokator) dan sel spermatogen. Sel spermatogen kemudian membelah lagi membentuk dua sperma yang berambut getar.
- 3) selanjutnya sel vegetatif lenyap, sedangkan sel sperma yang berambut getar membuahi ovum yang terdapat pada ruang arkegonium dan akhirnya terbentuklah zigot.

Gambar 33. Pembuahan pada *Gymnospermae*

b. Pembuahan ganda pada *Angiospermae*

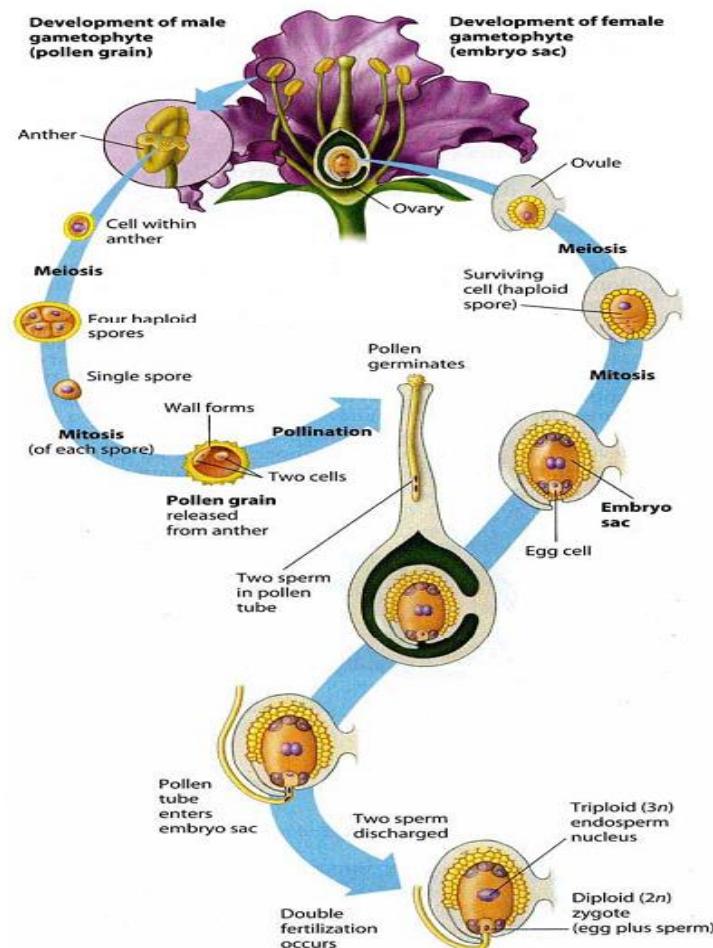
Pembuahan ganda terjadi dua kali pembuahan yang menghasilkan satu embrio dan endosperm. Jalannya pembuahan ganda. Sebelum pembuahan ini terjadi, terlebih dahulu ada perubahan-perubahan pada benang sari dan pada putik, antara lain:

Perubahan pada putik

- 1) Di ruang bakal biji (ovul) sel kandung lembaga dalam nuselus membelah menjadi 4, 3 di antaranya kemudian menyusut dan yang satu lagi menjadi sel calon kandung lembaga primer. Inti sel calon kandung lembaga primer membelah menjadi 2 dan masing-masing menuju kutub. Kemudian masing-masing membelah lagi 2 kali berturut-turut sehingga terbentuk 8 inti.
- 2) Di dekat mikropil terdapat 3 inti yang menempatkan diri pada dinding disebut antipoda. Sedangkan inti yang satu lagi menuju ketengah bergabung dengan satu inti yang lain dan membentuk inti kandung lembaga sekunder (polar nuclei = inti polar).



3) Di dekat mikropil terdapat 3 inti yang menempatkan diri pada dinding bagian tengah disebut sel telur, sel pengapitnya disebut sinergid. Dalam keadaan seperti inilah putik siap dibuahi



Gambar 34. Perkembangan gametofit dan pembuahan ganda pada Angiospermae (Campbell, 2006)

Apogami, yaitu pembentukan embrio dari bagian lain kandung lembaga tanpa perkawinan. Misalnya dari sinergid, antipoda.

c. **Embrio adventif**, yaitu embrio yang terjadi dari sel-sel lain kandung lembaga. Misalnya dari nuselus. Apomiksis menyebabkan terdapatnya lebih dari satu embrio dalam biji dan kejadian ini disebut poliembrio. Misalnya pada jeruk, mangga, atau duku.



3. Pemencaran Alat Perkembangbiakan

Berdasarkan luasnya areal penyebaran, tumbuhan dapat dibedakan menjadi:

- a. **Tumbuhan Kosmopolit**, yaitu tumbuhan yang areal penyebarannya luas (terdapat dimana-mana). Contohnya Lumut.
- b. **Tumbuhan Endemik**, tumbuhan yang daerah penyebarannya terbatas, hanya terdapat di daerah tertentu saja. Contohnya *Rafflesia arnoldii* hanya ada di daerah Bengkulu.

Untuk memperluas tempat tumbuhnya, (areal atau daerah distribusi), calon individu baru dari suatu tumbuhan dilepaskan atau meninggalkan induknya (dipencarkan atau didispersalkan) dengan atau tanpa bantuan faktor-faktor lain. Pemencaran terbagi dua macam, yaitu: tanpa bantuan faktor luar dan dengan bantuan faktor luar.

a. Tanpa Bantuan Faktor Luar

Pemencaran alat perkembangbiakan tanpa bantuan faktor-faktor luar, misalnya:

- 1) Rhizoma. Rhizoma tumbuh menjalar dalam tanah, dan pada suatu jarak tertentu dari induknya tunas rhizoma muncul di atas permukaan tanah menjadi tumbuhan baru. Misalnya pada bunga tasbih (*Canna*) dan berbagai jenis jahe-jahean-(zingiberaceae).
- 2) Pembentukan tunas-tunas (anakan) yang tetap berada dekat induknya sehingga terjadi rumpun. Misalnya pada bamboo(*Bambusa*), pisang (*Musa*) dan lain-lain.
- 3) Tumbuhan induk pada geragih (stolon), pada jarak tertentu dapat menghasilkan tumbuhan baru. Misalnya pada pegagan (*Centellaasiatica*), rumput teki (*Cyperus rotundus*).
- 4) Gerak higroskopis. Gerak ini menyebabkan biji terpelanting. Misalnya pada : jarak (*Ricinus sp*) , kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*) dan-lain-lain.



b. Dengan-Bantuan-Faktor-Luar

Pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan faktor luar, antara lain:

1) Dengan perantaraan angin (*anemokori*).

Ciri tumbuhannya: alat perkembangbiakannya mudah diterbangkan oleh angin.

Contoh-tanamannya-ialah:

- a) Anggrek (orchidaceae): biji-kecil-dan-ringan.
- b) Lalang (*Imperata cylindrica*), kapuk (*Ceiba pentandra*), biduri (*Calotropis gigantea*): bijinya kecil, mempunyai rambut dan bulu-bulu.
- c) Mahoni (*Swietenia*): biji bersayap.
- d) Meranti, tengkawang: buahbersayap.

2) Dengan-perantaraan-air-(*hidrokori*)

Ciri tumbuhannya alat perkembangbiakan ringan, massa jenis lebih besar dari satu, mempunyai pelindung (perikarp/kulit buah) yang baik bagi calon individu baru.

Contoh: Kelapa mempunyai tiga lapisan perikarp:

- a) Eksokarp merupakan lapisan yang tipis, licin, mengkilap, tidak mudah basah, tidak-mudah-tembus-air.
- b) Mesokarp merupakan lapisan yang tebal dan banyak rongga-rongga udaranya.
- c) Endokarp merupakan lapisan yang keras, kuat, dan berfungsi sebagai pelindung terhadap embrio.

3) Dengan perantaraan hewan (*zookori*)

Berdasarkan jenis hewan perantaranya dibedakan atas:

- a) **Entomokori**, yaitu pemencaran dengan bantuan serangga. Ciri tumbuhannya: biji kecil dan mengandung lemak, misalnya tembakau (*Nicotiana*).
- b) **Ornitokori**, yaitu pemencaran dengan bantuan burung. Ciri tumbuhannya: biji tidak dapat dicerna misalnya beringin (*Ficus*), dan benalu (*Loranthus*).



- c) **Kiroptero**, yaitu pemencaran dengan bantuan kelelawar. Ciri tumbuhannya memiliki bagian buah yang dapat dimakan, sedangkan bijinya tidak dapat dicerna. Misalnya: jambu biji (*Psidium guajava*), dan jambu air (*Eugenia javanica*).
- d) **Mamokori**, yaitu pemencaran melalui mamalia. Ciri tumbuhannya: memiliki buah atau biji yang dapat menempel pada tubuh mamalia, misalnya rumput jarum (*Andropogon aciculatus*) pada kelelawar, biji kopi (*Coffea*) oleh musang.

4) Perantara manusia (*antropokori*)

Secara: Sengaja, membantu pemencaran biji-biji tumbuhan dengan sengaja karena penting bagi kehidupan manusia. Misalnya kina dan pala dari Amerika selatan, kopi dan kelapa sawit dari Afrika. Tidak sengaja, yaitu menempel dan melekat pada pakaian, tercampur dengan bahan-bahan tumbuhan yang didatangkan dari daerah lain. Contoh rumput jarum dan-pulutan.

5) Dengan bantuan panas.

Panas dapat meningkatkan tekanan udara ruang dalam buah-buahan, sehingga ketika tekanannya maksimum buah tersebut meledak dan biji-bijinya terpental keluar.

4. Klasifikasi Tumbuhan

Awal periode evolusi tumbuhan memperlihatkan bahwa tumbuhan berasal dari nenek moyang makhluk hidup akuatik, kemungkinan ganggang hijau, dengan berbagai bentuk penyesuaian terhadap kehidupan di darat. Tumbuhan merupakan makhluk hidup eukariotik multiseluler yang dapat membuat molekul organik dari bahan-bahan anorganik melalui proses fotosintesis.

Keanekaragaman tumbuhan modern diwakili oleh empat kelompok besar tumbuhan yakni Bryophyta (lumut), Pteridophyta (paku-akuan), Gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka) dan Angiospermae (tumbuhan-berbiji tertutup).



Bryophyta mirip dengan tumbuhan lain karena memiliki kutikula serta embrio yang berkembang dalam gametangia, tetapi berbeda dalam hal tidak memiliki xilem dan floem.

Tumbuhan berbiji (Angiospermae dan Gymnospermae) memiliki keragaman yang tinggi, mencakup hampir 90% dari sekitar 265.000 spesies tumbuhan hidup. Beberapa kunci adaptasi mendasari keberhasilan tumbuhan berbiji, pertama mereka menghasilkan biji sebagai bentuk adaptasi kehidupan di darat, kedua tumbuhan berbiji tidak memerlukan lapisan air untuk proses pembuahan.

Tumbuhan berbiji menghasilkan pollen, suatu kendaraan yang mentransfer sel pembentuk sperma tak berflagel ke bagian gametangium betina. Pollen dibawa secara pasif oleh hewan atau angin, dan sampai nyanyi pollen pada bagian betina (misalnya putik) disebut penyerbukan. Pembuahan terjadi beberapa saat setelah penyerbukan. Tumbuhan berbiji yang ada paling awal adalah Gymnospermae (Yunani: *gymnos*=telanjang; *sperma*=biji). Biji Gymnospermae dikatakan telanjang karena tidak dilindungi oleh daun buah. Sekarang, conifer /pinus, dan banyak pohon lain dengan kerucut pembawa biji dan dengan daun seperti jarum merupakan kelompok terbesar dari Gymnospermae. Tumbuhan berbiji yang secara evolusi bercabang dari garis Gymnospermae disebut tumbuhan berbunga atau Angiospermae Yunani: *angeion*= pembuluh; *sperma*=biji). Bunga merupakan struktur reproduksi yang kompleks yang mengembangkan biji. Sebagian besar tumbuhan modern berupa Angiospermae yaitu sekitar 235.000 spesies

a) **Lumut (Bryophyta)**

Pada lumut, generasi gametofit merupakan generasi yang lebih dominan dibandingkan dengan generasi sporofit. Contoh lumut misalnya *Marchantia* (lumut hati/liverwort), *Anthoceros* (lumut tanduk/hornwort), dan *Polytrichum* (lumut daun/mosses).

Lumut termasuk tumbuhan pionir dalam ekosistem dan secara kolektif dapat berfungsi sebagai reservoir karena memiliki kantung-kantung untuk menampung air. Selain itu di Amerika Utara, biomassa lumut juga dimanfaatkan sebagai sumber energi penghasil panas.



Gambar 35. Keanekaragaman lumut, (a) lumut hati, (b) lumut daun, (c) lumut tanduk (Campbell, 2006).

b) Paku-pakuan (Pteridophyta)

Tumbuhan paku-pakuan adalah tumbuhan berpembuluh yang berkembangbiak dengan spora. Tubuh tumbuhan paku dapat dibedakan menjadi akar, batang, dan daun. Tumbuhan ini tidak memiliki bunga maupun biji. Paku-pakuan dapat hidup di tanah, air, pada cabang pohon (epifit), bahkan dapat menempel di bebatuan. Paku yang hidup ditanah ada yang menyukai tempat yang lembab dan terlindung ada juga yang hidup di daerah terbuka dan panas.



Gambar 36. Tumbuhan paku (Pteridophyta) (Campbell, 1997).

c) Gymnospermae

Kelompok Gymnospermae yang dominan pada saat sekarang adalah konifer (tumbuhan berbiji terbuka yang menghasilkan kerucut), contohnya pohon pinus. Pohon pinus berdaun seperti jarum tahan terhadap kekeringan karena mempunyai sedikit area permukaan untuk transpirasi.

Kutikula yang tebal yang menutupi permukaan daun juga membantu menahan air. Pohon pinus termasuk generasi sporofit, generasi gametofitnya tumbuh di dalam kerucutnya.



Terdapat dua macam kerucut, kerucut betina berukuran lebih besar daripada kerucut jantan, mempunyai sisik yang keras, masing-masing sisik membawa sepasang bakal biji (ovul). Kerucut jantan umumnya kecil, lebih lunak dibanding kerucut betina dan masa hidupnya pendek. Gametofit jantan (butir pollen) berkembang dari spora. Bila kerucut jantan matang, sisiknya terbuka dan melepaskan jutaan pollen. Pada butir pollen, terdapat sel yang akan berkembang menjadi sperma. Sperma memerlukan waktu berbulan-bulan untuk berkembang didalam butir pollen. Pembuahan baru akan terjadi lebih dari setahun sejak terjadinya penyerbukan. Setelah pembuahan, keseluruhan ovul akan berkembang menjadi biji. Biji mengandung cadangan makanan untuk perkembangan embrio, mempunyai kulit biji yang kuat. Pada pinus, biji dilepaskan dari kerucut betina sekitar dua tahun setelah penyerbukan.

4. **Angiospermae**

Saat ini Angiospermae merupakan tumbuhan yang keanekaragamannya paling tinggi dan secara geografis tersebar paling luas. Dewasa ini dikenal sekitar 250.000 spesies Angiospermae, mencakup hampir 80% dari semua tumbuhan.

Angiospermae mensuplai hampir semua makanan kita dan juga serat untuk tekstil. Butir-butir sereal, meliputi gandum, jagung, serta buah-buahan seperti halnya angga, jeruk, pepaya, juga sayuran, rami, kapas, semuanya merupakan tumbuhan Angiospermae. Kita juga menanam Angiospermae untuk mendapatkan obat-obatan, bahan parfum, pewarna, pemanis, bahan penyamak kulit, dan lain-lain.

Ada beberapa adaptasi unik untuk keberhasilan Angiospermae. Daun-daun dari kebanyakan spesies lebar dan rata, suatu bentuk yang membuat mereka menjadi pengumpul energi matahari yang efektif. Semua Angiospermae ditempatkan dalam satu divisi tunggal, Anthophyta Yunani: *Antho*=bunga; *phyta*=tumbuhan). Anthophyta dibagi menjadi dua kelas: Monokotiledon (monokotil), dan Dikotiledon (dikotil), terutama berdasarkan jumlah keping bijinya (kotiledon).



Contoh-contoh monokotil adalah anggrek, palem, rumput-rumputan, dan lain-lain, contoh dikotil meliputi kacang-kacangan, tumbuhan bergetah, tanaman hias, dan lain-lain.



Gambar 37. Keanekaragaman Angiospermae(Campbell, 2006).



Gambar 38. Perbedaan tumbuhan monokotil dan dikotil.(Campbell, 2006).

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tujuan pembelajaran materi plantae, ciri, sifat, reproduksi dan perananya dalam kehidupan sehari - hari
2. Selanjutnya peserta diklat diminta mengamati tumbuhan lengkap tersusun atas akar, batang daun, bunga, buah dan biji kerak melalui slide, gambar, bagan serta tumbuhan asli
3. Selanjutnya peserta diklat mengamati dan membuat catatan berkaitan dengan plantae, ciri, sifat, reproduksi dan perananya dalam kehidupan sehari-hari



4. Selanjutnya disampaikan pertanyaan, bagaimana tumbuhan bisa menghasilkan bunga dan buah ?
5. Selanjutnya disampaikan pertanyaan , bagaimanakah ciri tumbuhan, sifat, , reproduksi tumbuhan dan peranannya dalam kehidupan sehari – hari ?
6. Peserta diklat membaca uraian materi tentang plantae, ciri , sifat , reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
Pada awal sub bab ini, anda sudah melakukan kegiatan mengamati gambar/benda nyata, salah satunya tumbuhan lumut, paku, tumbuhan tingkat tinggi. Selanjutnya hasil pengamatan didiskusikan dengan arahan pertanyaan-pertanyaan/memberikan statmen
 - a. apakah yang dimaksud dengan akar, batang, daun, bunga, buah dan biji?
 - b. Apakah semua tumbuhan memiliki struktur sama ?
 - c. Apa yang dimaksud dengan perkembangbiakan generatif dan vegetatif?Untuk menjawab pertanyaan tersebut bacalah pada uraian materi tentang struktur tubuh tumbuhan dan reproduksi tumbuhan
7. Selanjutnya peserta diklat diminta melakukan praktikum pengamatan struktur tubuh tumbuhan dengan lembar kerja sebagai berikut:

Lembar Kerja 1

Judul Kegiatan : Menganalisis struktur tubuh berbagai macam tumbuhan

Tujuan : Peserta diklat mampu menganalisis struktur tubuh berbagai jenis tumbuhan secara fakta , dengan benar

Alat :

- a. Mikroskop.Kaca obyek dan kaca penutup (cover glass)
- b. Silet yang tajam dan jarum pentul, Pipet tetes
- c. Kertas tissue, Beker glass,Loupe

Bahan :

- a. Tumbuhan lumut, tumbuhan paku, tumbuhan tingkat tinggi monokotil dan dikotil dilingkungan sekitar lokasi/ rumah/ sekolah

Cara Kerja :

- a. Buatlah preparat dengan cara sebagai berikut. Teteskan sedikit air pada kaca obyek.



- b. Ambil sedikit /sayatlah setipis mungkin akar tanaman dikotil dengan silet , letakkan diatas kaca obyek ,
- c. kemudian tutup dengan kaca penutup (cover glass)
- d. Amati dengan mikroskop, gunakan perbesaran 100x. Gambarlah obyek yang terlihat . Perhatikan bagian – bagian jaringan penyusun akar
8. Dengan cara yang sama, buatlah preparat untuk tanaman monokotil. Amati dan gambar bagian- bagiannya.
9. Amati dan gambarlah tubuh tumbuhan lumut, paku dan tumbuhan tinggi disekitar
10. Buatlah preparat untuk tumbuhan lumut dan paku dengan cara mengiris setipis mungkin penampang lintang dan penampang bujur tubuh lumut , paku. Amati dengan mikroskop, gambarkan, dan sebutkan bagian- bagianya
11. Ambilah bagian lembaran di bawah daun lumut atau paku . Iris secara melintang bagian paling bawah. Amati bagian spora. basidium dan basidiospora dan gambarlah.
12. Buatlah laporan dengan lengkap.
13. Presentasikan hasil laporan anda agar mendapatkan masukan dari kelompok lain.
14. Selanjutnya disampaikan tanya jawab tentang Plantae, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari.

Pertanyaan :

- a. Sebutkan tumbuhan yang termasuk briophyta, pteridophyta, angiospermae, dan gymnospermae
- b. Sebutkan perbedaan ciri- ciri tumbuhan lumut, tumbuhan paku dan tumbuhan tingkat tinggi
- c. Jelaskan apa yang dimaksud dengan :
 - Thalophyta, cormophyta, dan hidrofit
 - Spermatozoid, arkegonium dan homotalus
 - Tropofil, sporofil, dan homofi
15. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang plantae, ciri , sifat , reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari.
16. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang plantae, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari dan menyampaikan materi yang belum jelas



17. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan, fasilitator memberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat.
18. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes

Pertanyaan :

- a. Sebutkan tumbuhan yang termasuk briophyta, pteridophyta, angiospermae, dan gymnospermae
- b. Sebutkan perbedaan ciri- ciri tumbuhan lumut, tumbuhan paku dan tumbuhan tingkat tinggi
- c. Jelaskan apa yang dimaksud dengan :
 - d. Thalophyta, cormophyta, dan hidrofit
 - e. Spermatozoid, arkegonium dan homotalus
 - f. Tropofil, sporofil, dan homofil

19. Sebutkan organ penyusun tubuh tumbuhan lumut (Bryophyta).
20. Sebutkan organ penyusun tubuh tumbuhan paku (Pteridophyta).

Lembar Kerja 2

Judul :Melakukan Penyerbukan Buatan

Tujuan : Peserta diklat mampu menganalisis struktur tubuh berbagai jenis tumbuhan secara fakta , dengan benar

Alat dan Bahan

- a. Tanaman anggrek berbunga/ tanaman berbunga lainnya
- b. Kertas tisu
- c. Tusuk gigi
- d. Loupe
- e. Kertas label

Cara Kerja

- a. Amati bunga anggrek yang masih kondisi masa reseptif (subur)
- b. Pilih satu dan atau dua bunga yang masa reseptif, beri tanda
- c. Ambil polen dengan menggunakan tusuk gigi, tempelkan pada kepala putik
- d. Bung labebel pada bunga yang telah diserbuki
- e. Beri label tanaman tanaman
- f. Pindahkan pada tempat yang lebih aman dari pengaruh hujan langsung
- g. Buat laporan hasil kegiatan



E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan

Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang tepat!

1. Lapisan gabus pada batang suatu tumbuhan disebut dengan
 - a. felem
 - b. prokambium
 - c. felogen
 - d. perisikel
 - e. perikambium
2. Di antara jaringan-jaringan di bawah ini yang bukan jaringan tumbuhan adalah
 - a. floem
 - b. xilem
 - c. kolenkim
 - d. parenkim
 - e. epitel
3. Proses penyerapan air dan garam-garam mineral dari tanah dengan rambut-rambut akar adalah proses
 - a. difusi
 - b. imbibisi
 - c. absorpsi
 - d. respirasi
 - e. reasorpsi
4. Sel tumbuhan yang memberi kekuatan pada tempurung kenari dan kelapa adalah
 - a. kolagen
 - b. kolenkim
 - c. parenkim
 - d. sklereid
 - e. xylem



5. Sel-sel yang dapat membelah terdapat pada
 - a. buah yang masak
 - b. batang
 - c. ujung akar
 - d. bunga
 - e. jaringan permanen
6. Ada beberapa perbedaan antara sel kolenkim dan sel sklerenkim diantaranya adalah
 - a. ukurannya
 - b. keadaan dindingnya
 - c. bentuknya
 - d. jumlah selnya
 - e. kepadatan selnya
7. Sel epidermis tumbuhan yang mempunyai klorofil, adalah
 - a. epidermis bawah
 - b. jaringan spons
 - c. jaringan palisade
 - d. sel epidermis atas
 - e. sel penutup stomata
8. Organ bunga pada tumbuhan dibentuk dari modifikasi organ.....
 - a. batang
 - b. daun
 - c. akar
 - d. buah
 - e. biji



9. Komponen dibawah ini adalah komponen perbedaan batang monokotil dan dikotil kecuali
 - a. percabangan pada batang
 - b. susunan jaringan pembuluh
 - c. lokasi empulur
 - d. struktur cambium
 - e. bentuk sel parenkim
10. Selain letak dan fungsinya, pembuluh xilem dan floem dapat dibedakan menurut
 - a. struktur penyusun
 - b. warna
 - c. jaringan dasar
 - d. kandungan klorofil
 - e. lapisan epidermis

F. Rangkuman

Organ pada tumbuhan terdiri atas tajuk (batang, cabang, dandaun) serta akar. Organ pada tumbuhan monokotil dan dikotil (akar, batang dan daun), berbeda dalam struktur morfologi dan anatominya. Berkas pengangkut berkelompok membentuk berkas pembuluh atau berkas pembuluh yang meluas ke seluruh organ tubuh, akar, batang, daun, dan bunga sehingga transportasi tumbuhan dapat berlangsung dengan cepat dan efisien. Pertumbuhan adalah peristiwa pertambahan volume yang mencakup pertambahan jumlah sel, volume sel, jenis sel, maupun substansi yang terdapat di dalam sel dan bersifat *irreversible* (takdapat kembali). Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu faktor intraseluler (hereditas/gen) dan faktor interseluler yaitu makanan (nutrisi), gen, lingkungan, dan zat tubuh (hormon). Perkembangan adalah suatu proses yang berjalan sejajar dengan pertumbuhan. Perkembangan dapat diartikan sebagai suatu proses menuju tercapainya kedewasaan, tidak dapat dinyatakan dengan ukuran.



Reproduksi vegetatif terbagi dua yaitu alami (pembentukan spora, fragmentasi, tunas adventif, geragih/stolon, rizoma, rizoid, tunas, umbi akar, umbi batang, umbi daun) dan buatan (mencangkok, menempel/okulasi, menyambung, merunduk, mengenten, dan stek). Keuntungan reproduksi vegetatif ialah mendapatkan tanaman sesuai dengan sifat induknya dan cepat menghasilkan buah, sedangkan kerugiannya ialah batang tidak kokoh dan tidak tahan hidup lama. Reproduksi generatif pada tumbuhan berlangsung melalui tiga tahap yaitu polinasi, pembuahan, dan pemencaran alat perkembangbiakan. Pemencaran terbagi dua macam, yaitu: tanpa bantuan faktor luar(rizoma, tunas, stolon, dan higroskopis), serta dengan bantuan factor luar (angin, air, hewan, manusia, dan panas).

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 menganalisis ciri – ciri plantae		
2	Dapat menganalisis sifat- sifat plantae		
3	Dapat menganalisis reproduksi secara vegetatif pada tumbuhan		
4	Dapat menganalisis reproduksi generatif pada tumbuhan		
5	Dapat menganalisis peranan tumbuhan dalam kehidupan		

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 5.

Animalia (Hewan) Ciri, Sifat, Reproduksi dan Peranannya dalam Kehidupan Sehari-hari

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

Peserta diklat mampu mengidentifikasi Ciri-ciri, Sifat, reproduksi dan peranan animalia dalam kehidupan dengan benar menganalisis.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu menganalisis Ciri- Ciri animalia dengan benar
2. Peserta diklat mampu menganalisis sifat animalia dengan benar
3. Peserta diklat mampu menganalisis reproduksi animalia dengan benar
4. Peserta diklat mampu menerapkan peranan animalia dalam kehidupan sehari-hari

C. Uraian Materi

Hewan atau animalia, merupakan organisme eukariotik (memiliki membran inti sel), multiseluler (bersel banyak), tidak memiliki dinding sel , tidak berklorofil sehingga hidup sebagai organisme heterotrof, dan dapat menggerakkan tubuh untuk mencari makan atau mempertahankan diri dari musuh. Terdapat lebih dari satu juta spesies hewan dengan bentuk dan struktur tubuh yang beraneka ragam. Hewan menempati hampir semua lingkungan di bumi, namun sebagian besar spesies hewan hidup di air.

Hewan dapat dikelompokkan berdasarkan ada tidaknya jaringan penyusun tubuh, yaitu parazoa dan eumetazoa. Parazoa adalah hewan yang tidak memiliki jaringan sejati, yaitu hewan-hewan anggota filum Porifera (hewan spons). Sementara hewan eumetazoa adalah hewan yang memiliki jaringan sejati, yaitu anggota filum hewan lainnya (Cnidaria, Ctenophora, Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Molusca).



Eumetazoa dapat dibedakan berdasarkan simetris tubuhnya, yaitu radiata dan bilateria . Radiata memiliki bentuk tubuh simetris radial. Hewan dengan bentuk tubuh simetris radial memiliki bagian tubuh atas dan bawah, atau oral (mulut) dan aboral, tetapi tidak ada kiri dan kanan atau ujung kepala dan ujung belakang, contohnya *Hydra*. Sementara itu, bilateria memiliki sisi dorsal (atas) dan sisi ventral (bawah), ujung anterior (kepala) dan ujung posterior (ekor), serta sisi kanan dan kiri, Contohnya udang , belalang, dan keluwing

Hewan eumetazoa memiliki lapisan embrionik (lapisan lembaga dan lapisan nutfah) yang terbentuk melalui proses gastrulasi pada saat perkembangan embrio. Lapisan embrionik tersebut akan membentuk berbagai jaringan dan organ tubuh.

Terdapat tiga macam lapisan embrionik, yaitu sebagai berikut :

1. **Ektoderm**, merupakan lapisan terluar yang menutupi permukaan embrio. Ektoderm akan berkembang menjadi penutup luar tubuh hewan dan pada hewan anggota filum tertentu , ektoderm akan menjadi sistem syaraf pusat
2. **Endoderm** , merupakan lapisan terdalam dan menutupi saluran pencernaan yang sedang berkembang (arkenteron). Endoderm akan berkembang menjadi saluran pencernaan , hati dan paru- paru pada vertebrata
3. **Mesoderm** , terletak diantara ektoderm dan endoderm. Mesoderm akan menjadi otot dan organ lainnya yang terletak diantara saluran pencernaan dan penutup luar tubuh

Hewan yang memiliki dua lapisan embrionik (ektoderm dan endoderm) disebut dipliblastik , contohnya hewan kelompok Coelenterata (filum Cnidaria dan Ctenophora) Hewan yang memiliki tiga lapisan embrionik (ektoderm, mesoderm dan endoderm) disebut triploblastik, contohnya semua eumetazoa, kecuali Coelenterata (filum Cnidaria dan Ctenophora)

Hewan triploblastik dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu sebagai berikut:



1. **Triploblastik aselomata**, merupakan hewan triploblastik yang solid atau tidak memiliki rongga diantara saluran pencernaan dan dinding tubuh . Contohnya Plathyhelminthes (cacing pipih)
2. **Triploblastik pseudaselomata** , merupakan hewan triploblastik yang memiliki rongga tubuh semu atau rongga tubuh yang tidak sepenuhnya dilapisi jaringan dari mesoderm . Contohnya Nematoda (cacing gilik)
3. **Triploblastik Selomata** , merupakan hewan triploblastik yang memiliki rongga tubuh (selom) sejati dan dilapisi jaringan yang berasal dari mesoderm . Contohnya Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata, dan Vertebrata.

Hewan juga dapat dikelompokkan berdasarkan ada tidaknya tulang belakang, yaitu invertebrata (tidak memiliki tulang belakang), dan Vertebrata (memiliki tulang belakang).

Klasifikasi Hewan (Invertebrata dan Vertebrata)

Hewan merupakan makhluk hidup yang telah teradaptasi dengan berbagai lingkungan. Mereka dapat hidup di laut, air tawar, darat, dikutub, dan padang pasir (gurun). Beberapa ciri yang dimiliki oleh hewan adalah :

1. bersel banyak (multiseluer) yang sel-selnya memiliki inti ber membran (eukariotik)
2. tidak dapat membuat makanan sendiri (tidak berfotosintesis).
3. bereproduksi secara aseksual dan seksual
4. sel penyusun tubuhnya tidak memiliki dinding sel dan plastida.
5. dapat merespons dengan cepat terhadap rangsang.
6. aktif bergerak (motil) pada tahap (fase) tertentu dalam siklus hidupnya.

Para saintis menempatkan hewan pada dua kategori utama,yaitu: *invertebrata* (*in* = tanpa, *vertebrae* = tulang belakang) dan *vertebrata* (bertulang belakang). Invertebrata adalah hewan tingkat rendah dan tidak memiliki tulang belakang. Sedangkan vertebrata adalah hewan tingkat tinggi dan memiliki tulang belakang. Hewan bersel banyak berkembang dari zigot bersel satu. Zigot, sebagaimana kita ketahui adalah hasil pembuahan sel telur oleh sel sperma.

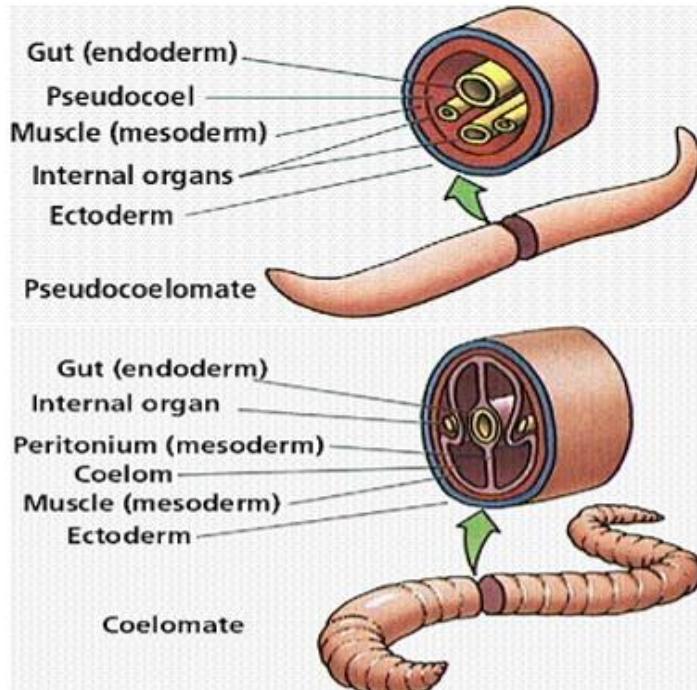


Zigot kemudian membelah menjadi dua, empat, delapan, 16 sel dan terus bertambah banyak menjadi *blastula* yang bentuknya menyerupai bola. Sel-sel penyusun blastula kemudian melekuk kedalam sehingga terbentuklah dua lapis lembaga, yaitu *ektoderm* (di sebelah luar) dan *endoderm* (di sebelah dalam).

Berdasarkan jumlah lapisan lembaga, ada hewan yang hanya memiliki dua lapis dalam perkembangannya (ekto dan endoderm), disebut *diploblastik*. Misalnya *Coelenterata* (ubur-ubur, hewan pembentuk terumbu karang, anemon laut). Sedangkan hewan lainnya memiliki tiga lapis kecambah, yaitu *ekto*, *meso* dan *endoderm*. Mereka disebut hewan *triploblastik*. Mesoderm berkembang diantara ekto dan endoderm. Ketiga lapis kecambah tersebut kemudian berkembang menjadi berbagai macam organ. Ektoderm berkembang menjadi kulit dan otak serta jaringan syaraf. Mesoderm berkembang menjadi otot.

Sedangkan endoderm berkembang menjadi organ-organ dalam. Hewan triploblastik dapat dibedakan berdasarkan rongga tubuhnya. Ada hewan yang tak mempunyai rongga tubuh, disebut hewan *aselomata*. Misalnya *Platyhelminthes* atau cacing pipih (*Planaria* dan cacing pita). Sedangkan pada *Nemathelminthes* atau cacing gilig (misalnya cacing kremi, cacing tambang, cacing *Ascaris*) telah memiliki rongga tubuh, tetapi hanya sebagian yang dibatasi oleh mesoderm.

Rongga tubuh ini disebut rongga tubuh semu (*peudoselom*) sehingga mereka disebut hewan *pseudoselomata*. Hewan-hewan yang memiliki rongga tubuh sejati (*selom*) disebut hewan *selomata*. Yang termasuk selomata adalah seluruh hewan dari Annelida sampai dengan Mamalia. Mereka memiliki rongga tubuh yang seluruhnya dibatasi dengan mesoderm.



Gambar 39. Selom pada Annelida, Sumber Campbell 2006

1. Invertebrata

Invertebrata terdiri dari filum Porifera, Coelentrata, Platyhelminthes, Nemathelminthes, Annelida, Mollusca, Arthropoda, dan Echinodermata . Pada bab ini kita akan membahas klasifikasi dan karakteristik Platyhelminthes, Nemathelminthes, Annelida, dan Arthropoda yang berkaitan dengan bidang pertanian. Tiga yang pertama sering dikelompokan kedalam **Vermes (cacing)**.

a. Filum Platyhelminthes (cacing pipih)

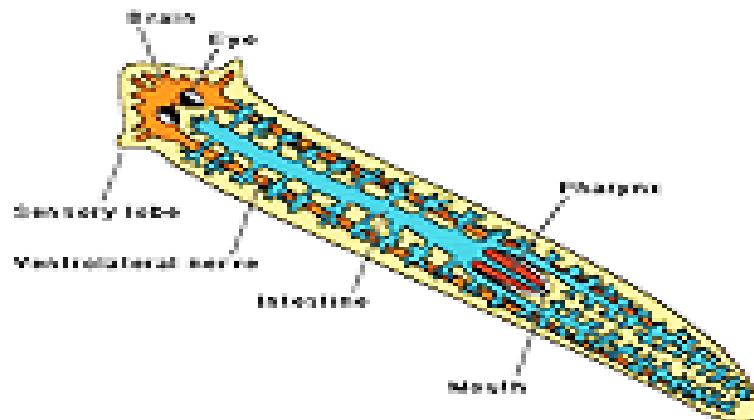
Tubuhnya pipih, triploblastik, ada yang bersegmen-semen, ada yang tidak, *simetris bilateral* (bila tubuhnya dibelah dua, sisi kiri dan kanan sama); tidak memiliki selom; habitat diperairan, daratan (tanah) atau hidup sebagai parasit. Sistem saraf tangga tali. Sistem saraf initerdiri dari sepasang ganglia (simpul saraf), dua tali saraf memanjang yang terhubung oleh tali saraf melintang sehingga membentuk seperti tangga tali. Sistem repirasi dan sistem peredaran darahnya tidakpunya. Sistem pencernaan dengan mulut, faring, usus, dan tidakpunya anus.



Respirasi menggunakan permukaan tubuh untuk pertukaran gas. Oksigen dan sari-sari makanan diedarkan keseluruh tubuh dengan cara difusi. Demikian pula dengan pengangkutan CO_2 ke permukaan tubuh. Sistem ekskresinya berupa organ sederhana yang disebut *protonefridia* yang dilengkapi dengan *flame cell* (sel api). Sel-sel api berentuk seperti bola lampu dengan silia di dalamnya. Siliaini bergerak-gerak seperti gerakan nyala api untuk mengalirkan cairantubuhnya. Karenanya disebut sel api.

Reproduksinya seksual dan aseksual.

Pada reproduksi seksual terjadi penyatuan sel sperma dan sel telur (fertilisasi=pembuahan). Sebagian bersifat hermafrodit, yaitu dalam satu tubuh memiliki organreproduksi jantan (*testis*) dan betina (*ovarium*). Namun untuk berkembang biak tetap diperlukan dua individu. Jadi mereka melakukan pembuahan silang (*cross fertilisation*), bukan pembuahan sendiri (*autofertilisation*). Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara pembelahan tubuhatau fragmentasi. Potongan-potongan tubuhnya itu kemudian mengalami regenerasi menjadi individu baru. Contohnya *Planaria* sp



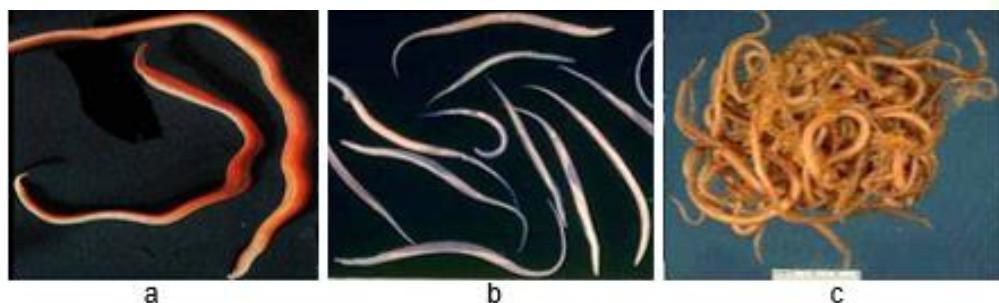
Gambar 40. Bentuk tubuh *Planaria* sp, Sumber Campbell 2006

Filum Platyhelminthes dikelompokan ke dalam tiga kelas, yaitu Turbellaria, Trematoda, dan Cestoda.



b. *Filum Nematoda atau Nemathelminthes* (Cacing gilig atau cacing tambang)

Bentuk tubuh giling seperti tali atau tambang; triploblastik, tidak bersegmen; simetris bilateral selom semu; dan permukaan tubuh dilapisi kutikula. Ukurannya bervariasi, umumnya mikroskopis, namun ada yang mencapai panjang 1 meter. Tubuh dengan ujung ekor lurus dan tumpul pada betina; runcing dan membengkok pada jantan. Testis dan ovarium terpisah pada individu yang berbeda (gonokoris); betina berukuran lebih besar daripada jantan. Sistem pencernaan lengkap (mulut, faring, usus, dan memiliki anus). Sistem saraf tangga tali (ganglion). Sistem transportasi menggunakan cairan tubuh. Tidak ada sistem respirasi, berlangsung difusi melalui seluruh permukaan tubuh. Reproduksi secara fertilisasi internal (gonokoris, seksual). Habitat di tanah, air atau hidup parasit pada manusia, hewan dan tumbuhan. Beberapa contoh Nemathelminthes parasit pada Gambar dan tabel berikut ini.



Gambar 41. Cacing: a. *Ascaris* b. *Oxyuris* sp c. *Wuchereria* sp.
Sumber Campbell 2006



Tabel 1. Siklus hidup beberapa jenis cacing Nemathoda

<i>Ascaris lumbricoides</i> (cacing perut)	<i>Ancylostoma</i> sp dan <i>Necator</i> sp (cacing tambang)	<i>Enterobius/Oxyuris vermicularis</i> (cacing kremi)	<i>Wucheria bancrofti</i> (cacing filaria)
<p>Betina berukuran 20-40 cm, ujung ekornya lurus. Jantan berukuran 10-15 cm, ujung ekor bengkok. Hidup parasit pada manusia, terutama pada anak-anak.</p> <p>Siklus hidup: Telur berembrio tertelan melalui makanan atau minuman yang mengandung telur; telur menetas menjadi larva; larva meninggalkan usus masuk ke peredaran darah sehingga sampai ke jantung dan paru. Selanjutnya cacing dewasa di dalam usus.</p>	<p>Berukuran 1-1.5 cm, mulut dengan alat kait (skoleks). Betina bertelur 9000 butir per hari.</p> <p>Siklus hidup: Telur keluar bersama feses, menetas menjadi larva. Larva lalu menginfeksi kulit melalui telapak kaki dan masuk ke peredaran darah. Cacing mengisap darah dan mengeluarkan zat antikoagulasi sehingga penderita mengalami anemia.</p>	<p>Betina berukuran 8-13 mm, ekor panjang, runcing. Jantan berukuran 2-5 mm, dengan ekor melingkar. Habitat di usus besar manusia.</p> <p>Siklus hidup: Cacing betina bertelur disekitar anus pada malam hari sehingga menimbulkan gatal. Ketika digaruk, telur melekat di jari, tertelan oleh si penderita (autoinfeksi). Telur menetas di usus kecil menjadi larva, lalu tumbuh dan berkembang, dan akhirnya kawin di usus besar. Kemudian bertelur di sekitar anus. Berlangsung selama 2-4 minggu.</p>	<p>Bentuk tubuh seperti benang, warna putih kekuningan, panjang 2-70 cm. Betina vivipar menghasilkan mikrofilaria pra larva aktif.</p> <p>Siklus hidup: Larva mikrofilaria masuk melalui gigitan nyamuk menuju pembuluh limfa, tumbuh sampai dewasa. Dalam jumlah banyak dapat menyumbat pembuluh limfe sehingga cairan tidak dapat kembali ke pembuluh limfe. Terjadi genangan cairan dan menimbulkan pembengkakkan di kaki.</p>

Banyak anggota Nematoda yang mikroskopis hidup sebagai parasit pada akar berbagai jenis tumbuhan sehingga sering dikenal sebagai cacing akar. Cacing dewasa bertelur di akar/tanah dan dalam jangka waktu yang cukup lama telur menetas menghasilkan larva. Selanjutnya larva menginfeksi akar dan masuk ke dalam akar dan makan jaringan di dalamnya. Akar bereaksi dengan membentuk "tumor" atau "parut" seperti bekas luka. Salah satu contohnya adalah *Heterodera radicola* yang dilaporkan hidup parasit pada 1000varietas tanaman dan umumnya menginfestasi tanaman pertanian, buah-buahan, semak, pohon peneduh dan gulma.



Gambar 42. Cacing nemathelminthes yang hidup parasit pada akar tanaman Sumber Campbell 2006

c. ***Annelida* (Cacing tanah)**

Ciri-cirinya:

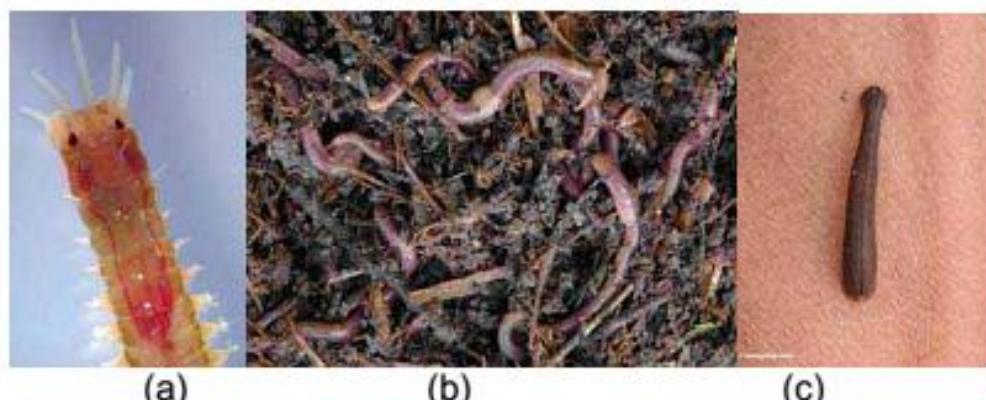
Tubuh bersegmen (metameri), setiap segmen mempunyai organ tubuh (sistem pencernaan, otot, pembuluh darah, alat reproduksinya hermaprodit, sedangkan alat gerak dengan chetae, dengan sepasang alat eksksresi (nefridium) yang saling berhubungan dan terkoordinasi. Tubuhnya simetris bilateral, berlapis kutikula. Sistem pencernaan sempurna (memiliki anus). Sistem sarafnya tangga tali, dan sistem peredaran darah tertutup. Salah satu paling berperan dalam kehidupan manusia (dalam bidang pertanian) adalah cacing tanah (Kelas Oligochaeta) yang mampu meningkatkan kesuburan tanah.

Annelida terdiri atas 3 kelas utama, yaitu Polychaeta, Oligochaeta, dan Hirudinea. Ciri-ciri dan contohnya dapat dilihat pada di bawah ini.



Tabel 2. Pembagian kelas dari Filum Annelida

Kelas Polychaeta (memiliki banyak seta)	Kelas Oligochaeta (memiliki sedikit seta)	Kelas Hirudinae (tidak memiliki seta)
<p>Kepala terdiri atas prostomium dan peristomium. Segmen memiliki parapodia (kaki dengan seta banyak). Alat pencernaan (mulut, faring, oesofagus, usus, dan anus). Terdapat selom dan nefridium (untuk ekskresi). Peredaran darah terdiri dari pembuluh dorsal, ventral dan lateral.</p> <p>Contoh-contohnya: <i>Arenicola</i>, <i>Eunice viridis</i> (palolo), dapat dimakan.</p> <p><i>Lysidice oele</i> (wawo), dapat dimakan.</p> <p><i>Nereis virens</i> (cacing pasir).</p> <p><i>Odontocilic</i> (cacing api)</p>	<p>Kepala dengan prostomium dan peristomium, Tubuh silindris panjang, bersegmen-segmen. Segmen 14-16 membengkak disebut <i>clitellum</i>, berfungsi membentuk lendir pelindung telur. Dinding tubuh terdiri dari epidermis yang diselaputi kutikula, , otot melingkar, dan otot memanjang. Segmen tubuh dipisahkan oleh septum (sekat), Eksresinya dengan nefridium. Respirasi secara difusi melalui permukaan kulit. Alat pencernaan (peristomium, farings, oesofagus, crop, gizzard, usus, anus). Habitatnya didalam tanah yang lembab.</p> <p>Contoh-contohnya: <i>Lumbricus terestris</i> (cacing tanah). <i>Perichaeta musica</i> (cacing tanah). <i>Phertima</i> sp (cacing tanah). <i>Tubifex</i> (bioindikator, di selokan).</p>	<p>Tubuh pipih, tidak ada seta dan parapodia. Mempunyai alat hisap. Respirasi secara difusi. Ekskresi dengan 17 pasang nefridium. Gonad bersifat hermaprodit. Makanan berupa cacing, larva serangga, invertebrate, dan darah vertebrata.</p> <p>Contoh-contohnya: <i>Acanthobdella</i> sp (parasit ikan salem).</p> <p><i>Haemodipsa zeylanica</i> (pacet, darat).</p> <p><i>Hirudo medicinalis</i> (lintah, air).</p> <p><i>Hirudinaria javanica</i> (lintah kuning).</p>



Gambar 43. Beberapa contoh Annelida : a. cacing palolo, b.cacing tanah, c. Lintah. Sumber Campbell 2006



Peranan cacing di bidang pertanian

Cacing tanah adalah cacing yang sudah dikenal lama (sejakzaman Aristoteles) sebagai hewan yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Cara hidupnya dengan menggali lubang meningkatkan porositas tanah sehingga aerasi tanah (masuknya udara ke dalam tanah) dan air dapat merembes kedalam tanah. Dengan kegiatannya itu, mereka juga mengaduk tanah sehingga bahan organik dapat tersebar meluas dan menjadikan tanah gembur. Cacing tanah juga dimanfaatkan untuk membuat kompos. Kompos adalah bahan-bahan organik (sisa tanaman atau limbah hewan) yang diolah oleh cacing sehingga dapat digunakan sebagai pupuk organik. Selain itu cacing tanah juga diternakan untuk digunakan sebagai sumber protein pada pakan ternak (ikan, ayam, itik, burung, dan bebek). Cacing tanah dikeringkan, lalu ditumbuk halus sebagai tepung cacing (pengganti tepung ikan), dan dicampurkan dengan sumber makanan lainnya menjadi pakan ternak.

d. *Filum Arthropoda*

Ciri-cirinya

Arthropoda (*arthros* = sendi atau ruas dan *podos* = kaki) adalah hewan yang memiliki kaki bersendi /beruas-ruas. Arthropoda merupakan filum terbesar dari kingdom animalia. Jumlah spesiesnya lebih banyak dari filum-filum lainnya. Arthropoda dapat ditemukan diberbagai habitat, antara lain di air, di darat, di dalam tanah dan ada juga yang hidup sebagai parasit pada hewan dan tumbuh-tumbuhan. Arthropoda adalah hewan triploblastik, selomata (tubuh dan kakiberuas-ruas) dan bilateral simetris.

Tubuhnya terdiri atas kepala, dada, dan abdomen yang keseluruhannya dibungkus oleh zat kitindan merupakan kerangka luar (eksoskeleton). Biasanya diantara ruas-ruas terdapat bagian yang tidak berkitin sehingga ruas-ruas tersebut mudah digerakkan. Pada waktu tertentu kulit dan tubuh arthropoda dapat mengalami pergantian kulit (*eksdisis*). Arthropoda memiliki sistem pencernaan yang sempurna (memiliki anus). Mulut dilengkapi dengan rahang.



Sistem peredaran darahnya terbuka dan darahnya berwarna biru, karena mengandung disebabkan oleh hemosianin (bukan hemoglobin). Sistem pernapasannya ada yang berupa trachea, insang, paru-paru buku, atau melalui seluruh permukaan tubuhnya. Organ ekskresinya berupa *tubulus malpighi* yang bermuara pada usus belakang. Reproduksi dilakukan dengan perkawinan, tetapi ada juga beberapa hewan yang melakukan parthenogenesis. Partenogenesis adalah proses perkembangan embrio dari telur yang tidak dibuahi. Jenis kelaminnya terpisah (gonokori). Artinya ada hewan jantan ada hewan betina. Sistem sarafnya adalah sistem saraf tangga tali.

Klasifikasi filum Arthropoda

Berdasarkan persamaan dan perbedaan struktur tubuhnya, arthropoda dikelompokkan menjadi lima kelas, yaitu Custacea, Insekta, Diplopoda Arachoinidea, dan Chilopoda. Persamaan dan perbedaan ciri-ciri tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Ciri-ciri Arthropoda

	Kelas Crustacea (udang-udangan):	Kelas Insekta (serangga):	Kelas Arachnoidea (laba-laba)	Kelas Diplopoda (kaki seribu):	Kelas Chilopoda (kelabang):
Susunan Tubuh	Kepala (5 ruas), dada (8 ruas), dan perut (6 ruas).	Kepala, dada, dan perut.	Kepala, dada, dan perut..	kepala dan badan yang bentuknya silindris..	Kepala dan badan yang memanjang agak gepeng.
Antena	2 pasang	sepasang	Tak ada	sepasang	sepasang
Anggota tubuh	Sepasang pada setiap ruas untuk berbagai fungsi, 5 pasang kaki pada dada	3 pasang kaki	4 pasang kaki pada sefalotoraks	2 pasang kaki pada setiap ruas tubuh	Sepasang kaki pada setiap ruas
Sayap	Tak ada	Ada	Tak ada	Tak ada	Tak ada
Alat respirasi	Insang atau permukaan tubuh	trachea	Paru-paru buku	trachea	trachea
Habitat	air	darat	darat	darat	darat



1) *Kelas Crustacea*

Crustacea pada umumnya hidup di air (akuatik), ada yang hidup di laut, air tawar, dan di tempat yang lembab. Crustacea yang hidup dilaut sebagian besar merupakan zooplankton. Ukuran tubuh bervariasi, ada yang kecil (plankton) sampai dengan ukuran yang besar, seperti kepiting dan udang.

Ciri-cirinya

- a) Tubuh terdiri atas kepala dan dada yang tersusun menjadisatu (sefalothoraks), serta perut (abdomen) yang jungnya disebut telson.
- b) Memiliki kulit yang keras dari zat kitin dan zat kapur yang merupakan eksospeletonnya. Pada bagian kepala dan dada terlindung oleh kulit yang keras, disebut karapaks.
- c) Memiliki dua pasang antena.
- d) Memiliki satu pasang kaki pada setiap ruas tubuh.
- e) Bernafas dengan insang, dada dan permukaan tubuh.
- f) Alat ekskresi berupa sepasang badan yang disebut greengland (kelenjar hijau) terletak di bagian ventral dari sefalothoraks di depan oesofagus.
- g) Bereproduksi secara kawin, jenis kelaminnya terpisah (gonokori).
- h) Sistem saraf berupa tangga tali.
- i) Alat pencernaan dilengkapi dengan mulut, oesofagus lambung, usus, dan anus.
- j) Sistem peredaran darah terbuka, darahnya tidak berwarna. Fungsinya mengangkut zat makanan dari alat pencernaan keseluruh tubuh.
- k) Pada udang terdapat statosis (alat keseimbangan) yang terletak di dasar ruas pada masing-masing antenulae.

Struktur tubuh udang

Tubuh udang terdiri atas sefalotoraks (kepala dan dada yang terdiri atas 13 ruas yang menyatu) dan abdomen (perut) terdiri atas 6 ruas. Eksoskeleton bagian sefalotoraks mengeras dan dinamakan karapaks.



Di sebelah dorsal terdapat suatu lekukan yang melintang yang membagi sefalotoraks menjadi dua yaitu bagian depan (sefalatau kepala) dan bagian belakang (toraks atau dada).

Bagian karapaks yang mencuat disebut prostonium atau rostrum. Di bawahnya terdapat sepasang mata majemuk (mata faset) bertangkai. Mulut udang mempunyai sepasang mandibula dan dibelakangnya terdapat maksila, memiliki antenna dan antenula. Pada bagian toraks terdapat 5 pasang kaki jalan yang terdiri atas sepasang kaki capit (cheliped) sebagai alat penjepit untuk menangkap mangsanya dan 4 pasang kaki digunakan untuk berjalan. Pada bagian abdomen, setiap ruasnya terdapat sepasang kakirenang. Di bagian posterior abdomen terdapat bagian yang melebar yang disebut telson. Berfungsi untuk alat keseimbangan dan pelindung telur.

2) **Kelas Insecta (Insekta)**

Kelompok insekta disebut juga heksapoda (kakinya berjumlah enam) merupakan kelas yang terbesar di dalam filum Artropoda. Memiliki anggota mencapai kurang lebih 80% atau 675.000 spesies dari kehidupan hewan yang terbesar di seluruh penjuru dunia, yang penyebarannya sangat meluas dengan jumlah anggota paling besardi alam. Habitatnya di darat, air tawar, tanah/lumpur dan di dalam tumbuh-tumbuhan. Ilmu yang khusus mempelajari tentang serangga disebut dengan *entomologi*.

Ciri-cirinya

Pada umumnya **bagian tubuh** serangga terdiri atas kepala (caput), dada (toraks) dan perut (abdomen).

- a) **Kepala (caput)** dilengkapi dengan sepasang antena yang berfungsi sebagai indra pembau; mata yang terdiri atas *faset* (mata majemuk) dan *oculus* (mata tunggal); mulut yang dilengkapi dengan alat-alat mulut disesuaikan fungsinya untuk mengisap, mengunyah, atau menjilat dengan beberapa tipe mulut, yaitu menggigit, menusuk, mengisap, serta menjilat.



- b) **Dada (toraks)** terdiri atas tiga segmen, yaitu, prototoraks, mesotoraks, dan metatoraks. Pada setiap segmen terdapat sepasang kaki. Pada mesotoraks terdapat sayap depan, sedangkan pada metatoraks terdapat sayap belakang.
- c) **Badan (abdomen)** terdiri atas 11 segmen atau beberapa segmen saja. Segmen pertama terdapat alat pendengaran (*membran timpanum*). Setiap segmen terdiri dari stigma, sedangkan segmen terakhir bermodifikasi menjadi kawin (kopulasi).

Anggota tubuh serangga memiliki tiga pasang kaki yang berduriduri. Segmen kaki dari pangkal ke ujung tersusun dari coxa, trochanter, femur, tibia, dan tarsus. Sedangkan **tipe tungkai atau kaki** serangga saat bervariasi sesuai dengan fungsinya. Beberapa modifikasi tersebut antara lain, yaitu:

- a) Tipe *Cursorial*, kaki untuk berjalan dan berlari. Misalnya lipas (*Periplaneta americana*).
- b) Tipe *Saltatorial*, femur kaki belakang digunakan untuk meloncat. Misalnya belalang (*Valanga nigricornis*).
- c) Tipe *Raptorial*, kaki depan besar digunakan untuk menangkap dan memegang mangsanya. Misalnya belalang sembah (*Mantis religiosa*).
- d) Tipe *Fussorial*, kaki depan mengalami modifikasi sebagai kuku penggali. Misalnya gangsir (*Gryllotalpa africana*).
- e) Tipe *Natatorial*, kaki serangga air bermodifikasi menjadi kakirenang. Misalnya kumbang air (*Dytiscus marginalis*).
- f) Tipe *Clasping*, kaki depan kumbang air bermodifikasi untuk memegang serangga betina selama kopulasi. Hampir seluruh sistem organ tubuh pada serangga telah berkembang dengan baik.

Sistem pencernaan makanannya terbagi atas 3 kelompok berikut ini.

- a) *foregut* (usus depan), terdiri atas mulut, faring, oesofagus, tembolok, dan empedal (*gizzard*) berfungsi untuk menggiling makanan.



- b) *midgut* (usus tengah), terdiri atas lambung dengan 8 pasang gastrik caeca (kantong kerucut yang menghasilkan enzim pencernaan). Pencernaan dan penyerapan terjadi di bagian ini
- c) *hindgut* (usus belakang), terdiri atas ileum, kolon, rektum, dan anus.

Sistem peredaran darah serangga adalah *sistem peredaran darah terbuka*. Alat peredaran darah adalah *jantung* yang memompadarah dari belakang ke depan melalui aorta dan terus beredar keseluruh tubuh. Darah serangga tidak mengandung haemoglobin dan hanya berfungsi untuk mengangkut zat makanan serta memusnahkan bahan penyakit yang masuk kedalam tubuh.

Sistem ekskresi serangga berupa *saluran Malpigi* yang berfungsi mengeluarkan sisa metabolisme berupa cairan. Saluran malpigi bermuara pada usus belakang dan akhirnya cairan dari saluran ini dibuang melalui anus seperti pada semut. Apabila kita perhatikan Famili formicidae (semut), maka mereka akan meninggalkan jejak dengan aroma feromonnya sehingga mereka tidak tersesat kembali ke sarangnya, dimana jalan pergi dan pulang ketika mencari makanan melalui arah jalan yang sama. Semut dibagi menjadi dua bentuk berdasarkan warnanya, yaitu semut hitam dan semut merah. Sedangkan menurut kastanya, semut terbagi atas 3 kelompok, yaitu semut ratu, semut raja, dan semut pekerja.

Sistem respirasi terdiri atas sistem cabang (jaringan) dari pembuluh-pembuluh yang disebut *trakea*. Trakea tersebut ke bagian luar berhubungan dengan lubang pernafasan yang terletak dibagian perut dan dada yang disebut *stigmata (spirakel)* dengan percabangannya disebut *trakeol*. Melalui trakeol inilah udara disuplai ke seluruh jaringan tubuh dan karbon dioksida dibawa keluar. **Sistem saraf** merupakan *sistem tangga tali*, terdiri atas *ganglion otak* (tiga pasang di kepala), *ganglion kerongkongan*, *ganglion perut*, dan *ganglion dada*.



Sistem reproduksi pada serangga terdiri atas alat kelamin jantan dan betina. Alat kelamin jantan terdiri atas dua buah testis yang masing-masing dihubungkan oleh vas deferens yang akan bersatu membentuk saluran ejakulasi yang terbuka ke permukaan dorsal. Alat kelamin betina terdiri atas dua buah ovarium dengan sejumlah tabung-tabung telur yang disebut *ovarioles*. Ovarioles tersebut melekat di bagian posterior pada oviduk. Dua oviduk akan bersatu membentuk vagina pendek, diteruskan ke porus genital yang terdapat di antara peletakan telur (ovipositor). Di daerah vagina juga terdapat kantong penerima sperma (spermateka).

Reproduksi secara internal dan sel telur yang telah dibuahi akan dilepaskan (ovipar). Dalam proses menuju kedewasaannya dikenal ada pergantian bentuk yang disebut *metamorphosis*.

Ada **tiga bentuk metamorfosis** pada serangga yaitu :

- a) **Ametabola**, tidak ada pergantian bentuk dan hanya dapat dilihat pertambahan besar ukuran saja. Misalnya *Colembola*, *Thysanura* dan *Lepisma*.
- b) **Hemimetabola** (metamorfosis tidak sempurna), fase dimulai dari telur – larva (nimfa) – dewasa (imago). Tanpa fase pupa. Misalnya Orthoptera, Hemiptera dan Odonata.
- c) **Holometabola** (metamorfosis sempurna), dimulai dari fase telur – larva – pupa – imago. Misalnya: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, dan Lepidoptera.

Klasifikasi Insekta

Berdasarkan ada tidaknya sayap, serangga dibagi menjadi dua.

- a) **Sub kelas Apterygota** (serangga ini tidak bersayap). Contoh: *Thysanura*, *Lepisma sacharima*.
- b) **Sub kelas Pterygota** (serangga bersayap) yang dapat dibedakan menjadi dua ordo yaitu:
 - **Eksopterygota**, sayap berasal dari tonjolan luar dinding tubuh.
 - **Endopterygota**, sayap berasal dari tonjolan dalam dinding tubuh.



Tabel 4. klasifikasi insekta

Sub kelas	Ciri-ciri		Tipe mulut	Meta morfosis	Contoh
1. Apterygota (Tak bersayap) (a = tidak; pteron = sayap)	Panjangnya sampai 50 mm dan antena panjang. Tubuh bersisik kecil-kecil dan berwarna putih keperakan. Abdomen 11 segmen, metamorfosis ametabola. Menghasilkan enzim selulase. Merusak buku-buku.		Menggigit	Ametabola	<i>Thysanura, Lepisma sacharima</i>
2. Pterygota (bersayap)	Memiliki sayap				
<i>Eksopterygota</i> sayap berasal dari tonjolan luar dinding tubuh	Ordo	Jumlah sayap	Tipe mulut	Meta morfosis	Contoh
	Orthoptera (ortho=lurus)	2 pasang lurus	menggigit	Hemi metabola	<i>Periplaneta americana</i> (kecoak); <i>Valanga nigricornis</i> (belalang)
	Hemiptera (hemi=setengah)	2 pasang, tak sama panjang	Menusuk, menghisap	Hemi metabola	<i>Leptocoris acuta</i> (walang sangit), <i>Cymex rotundatus</i> (kutu busuk) menghisap darah manusia.
	Homoptera (homo=sama)	2 pasang, depan dan belakang berbeda tetapi sama strukturnya	Menghisap	Hemi metabola	<i>Diadubia manifera</i> (tenggoret), merusak akar tanaman di tanah; <i>Nilaparvata lugens</i> (wereng coklat), pembawa virus tungro padi; <i>Leurocanthus</i> sp (kutu daun berperisai); <i>Nephotettix apicalis</i> (wereng hijau); <i>Aphis</i> sp (kutu daun); <i>Pediculus capitis</i> (kutu kepala)
	Isoptera	2 pasang, sama panjang dan strukturnya	Menggigit	Hemi metabola	Rayap
	Odonata	2 pasang seperti jala	menggigit	Hemi metabola	<i>Pantala</i> sp (capung kuning); <i>Ephemera vulgata</i> (capung kecil); <i>Epiophlebia</i> sp (capung besar)
<i>Endopterygota</i> sayap berasal dari tonjolan dalam dinding tubuh	Coleoptera (coleos=perisai)	2 pasang Sayap depan keras	Menggigit	Holo metabola	<i>Oryctes rhinoceros</i> (kumbang badak), hama menyerang daun muda kelapa, sagu, dan kelapa sawit.; <i>Coccinella arquata</i> , musuh hama wereng; <i>Cybister punctatus</i> (kumbang buas air), pemakan ikan dan katak; <i>Sitophilus oryzae</i> (kumbang beras), merusak beras yang disimpan di gudang; <i>Rhyzopertha dominica</i> , merusak simpanan biji-bijian



	Hymenoptera (hymen=sela put)	2 pasang berupa selaput	Menggigit, menggigit menjilat	Holo metabola	<i>Oecophyla smaragdina</i> (semut rangrang); <i>Monomorium</i> sp (semut hitam); <i>Apis</i> <i>dorsata</i> , <i>A. indica</i> , <i>A.</i> <i> mellifera</i> (lebah madu); dan <i>Xylocopa</i> <i>latipes</i> (tawon)
	Diptera (di=dua)	Sepasang untuk terbang, sepasang untuk keselimbangan	Menghisap, menusuk menghisap, menggigit menjilat	Holo metabola	<i>Aedes aegypti</i> (nyamuk demam berdarah), <i>Anopheles</i> sp (nyamuk malaria), <i>Culex fatigans</i> (nyamuk rumah), <i>Antherigona exigua</i> (penggerek pucuk padi), <i>Drosophila</i> <i>melanogaster</i> (lalat buah), <i>Glossina</i> <i>morsitans</i> , <i>G. Palpali</i> , <i>Musa domestica</i> (lalat rumah).
	Lepidoptera (lepis=sisik)	2 pasang bersisik halus	menghisap	Holo metabola	<i>Papilio memnon</i> (kupu-kupu pastur). <i>Attacus atlas</i> (kupu-kupu sirama-rama), <i>Bombyx mori</i> (ulat sutera), <i>Acherontia lachesis</i> (kupu-kupu malam).
	Neuroptera (neuro=jala)	2 pasang tipis, banyak urat menjala	menggigit	Holo metabola	<i>Myrmeleon frontalis</i> atau undur-undur (hewan ini melekatkan telurnya di pasir atau ditanah dan larvanya sering menyerang sarang semut), dan <i>Chrysopa</i> sp.
	Siphonoptera (shipon=pen ghisap)	Tidak bersayap, kaki kuat untuk meloncat	Menusuk, menghisap	Holo metabola	<i>Purex irritans</i> (kutu manusia), <i>ctenocephalus canis</i> (kutu parasit pada anjing)

Rayap adalah anggota Isoptera yang hidup secara sosial. Dalam kehidupan rayap terdapat polimorfisme, yaitu sistem pembagian tugas tertentu dalam satu koloni. Raja dan ratu fertile melakukan perkawinan. Kemudian kedua pasang sayap ratu tersebut terlepas. Selanjutnya mereka membuat koloni baru dengan beranakmembentuk kelompok prajurit dan tentara. Kelompok prajurit / tentara memiliki kepala besar dan mandibula besar. Mereka bertugas mempertahankan sarangnya. Kelompok pekerja bertugas membuat lorong-lorong. Membangun sarang mengumpulkan makanan, dan memelihara larva. Makanan rayap adalah selulosa. Rayap ikut menghancurkan sisa-sisa tumbuhan, tetapi sering juga merusak bangunan yang berasal dari kayu.

Lebah adalah serangga sosial seperti rayap anggota Hymenoptera. Bersifat *polimorfisme*, misalnya lebah madu (*Apis dorsata*) dengan pembagian tugas sebagai berikut:



- a) Ratu, lebah betina fertil.
- b) Raja, lebah jantan yang partenogenesis (telur tanpa dibuahitumbuh menjadi individu baru).
- c) Pekerja, lebah jatan yang steril dan bertugas menggumpulkan madu bunga.

Peranan serangga dibidang pertanian

Serangga mempunyai peranan yang sangat penting dan strategisdi bidang pertanian. Beberapa jenis diantaranya membantu proses penyerbukan untuk pertanian dan perkebunan, seperti *Apis dorsata*, *A. indica*, *A. Mellifera* (lebah madu), *Monomorium* sp (semut hitam), *Xylocopa latipes* (tawon), Lepidoptera. Serangga Penyerbuk Kelapa Sawit (SPKS) seperti *Elaeidobius kamerunicus* dan *Thripshawainensis*, *Forcipomyia* (penyerbuk tanaman coklat). Beberapa Odonata, Coleoptera dan Homoptera bersifat sebagai predator bagi serangga hama lainnya seperti terlihat pada Gambar berikut.

Selain itu serangga juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan industri seperti ulat sutera (*Bombyx mori*) yang menghasilkan benang sutera atau *Laccifer leca* yang menghasilkan lapisan lakuntuk pernis. Disamping itu serangga dapat dijadikan sebagai sumber makanan seperti belalang, jangkrik, ulat sutera dan beberapa jenis dapat dijadikan bahan koleksi seperti Lepidoptera, Odonata dan Coleoptera. Madu lebah sejak lama dikenal sebagai sumber makanan yang banyak manfaatnya untuk kesehatan.

Selain yang menguntungkan, banyak juga arthropoda yang merugikan. Misalnya sebagai vektor penyakit pada manusia (nyamuk, lalat tse tse, lalat rumah), menimbulkan gangguan pada manusia (penyebab kudis, kutu kepala, kutu busuk), hama tanaman pertanian (wereng coklat, kumbang tanduk), perusak makanan (kutu gabah, kutu jagung), perusak berbahan baku alami (kutu buku, rayap).



Tanda-tanda atau gejala serangan hama yang biasa muncul di lapangan berkaitan dengan tipe alat mulut hama. Tipe-tipe alat mulut hama beserta gejala kerusakan yang ditimbulkannya, antara lain:

- a) Menggigit-mengunyah: pada kumbang, belalang, ulat, dll
 - Tanda serangan pada daun tampak sobekan, gerekan, berlubang-lubang, daun hanya tinggal tulang daunnya saja, daun merekat/menggulung menjadi satu, atau daun habis dimakan sama sekali
 - Tanda serangan pada akar menyebabkan tanaman layu, akhirnya mati
 - pada polong atau buah tampak berlubang, atau ada bekas gerek
- b) Menusuk-menghisap: pada berbagai macam kepik
 - Tanda serangan pada polong atau biji tampak noda hitam bekas tusukan
 - Daun yang terserang menjadi layu dan kering
 - Buah padi matang susu yang diserang menjadi hampa dan perkembangannya kurang baik
- c) Mengisap: biasanya pada kutu-kutu tanaman
 - Tanda serangan pada daun munculnya cendawan jelaga
 - Daun yang terserang berbentuk tidak normal, kerdil, menggulung/keriting ke dalam
 - Terdapat bercak-bercak klorosis (kuning) pada daun
- d) Meraut-mengisap: pada thrips
 - Tanda serangan pada daun terdapat bercak warna putih keperakan
 - Pertumbuhan tanaman menjadi kerdil
 - Jika menyerang bunga, mahkota bunga akan gugur

3) Kelas *Arachnoinidea*

Arachnida berasal dari kata *arachno*, artinya laba-laba. Anggotakelas ini meliputi jenis-jenis hewan yang tidak disukai oleh manusia, misalnya kala jengking, laba-laba dan tungau.



Ciri-cirinya

- a) Tubuh terdiri atas sefalotaraks (kepala dan dada), dan abdomen (badan).
- b) Memiliki empat pasang kaki pada bagian sefalotoraks. Bagian abdomen tidak memiliki kaki.
- c) Memiliki dua pasang alat mulut, yaitu:
 - sepasang keliserea, bentuknya seperti gunting atau catut yang berfungsi untuk memegang mangsanya.
 - sepasang pedipalpus bentuknya seperti kaki dan pada ujungnya terdapat cakar. Berfungsi untuk menangkap dan memegang mangsanya.
- d) Hidup di darat, dan ada yang hidup sebagai parasit.
- e) Memiliki delapan mata, dan tidak memiliki antena.
- f) Alat pernapasannya berupa paru-paru buku.
- g) Alat ekskresinya berupa pembuluh malpigi.
- h) Alat pencernaan dimulai dari mulut sampai anus.
- i) Sistem saraf dengan ganglion otak dan simpul saraf yang terjulur keseluruh tubuh.
- j) Jenis kelamin terpisah dan pembuahan secara internal.

b. *Vertebrata*

Filum Chordata memiliki anggota sekitar 45.000 spesies. Sebagian besar diantaranya masuk dalam kelompok hewan vertebrata (lebih kurang 43.700 spesies), sedangkan sisanya adalah invertebrata. Anggota filum ini paling sukses hidupnya, mereka dapat beradaptasi di lingkungan terestrial maupun akuatik, termasuk laut. Chordata mempunyai empat ciri pokok yang muncul pada suatu masa disepanjang hidupnya, yaitu: bagian punggung (dorsal) disokong oleh batang lentur bernama *notokorda*. *notokorda* tersebut terbentuk didalam embrio darilapisan mesoderm dorsal. Letaknya tepat dibawah batang saraf dorsal (punggung) yang mengandung kanal berisi cairan. Tali saraf vertebrata sering kali dinamakan sum-sum punggung yang dilindungi oleh tulang belakang. Sedangkan kantong insang tersebut hanya terlihat pada saat perkembangan embrio pada sebagian besar vertebrata.



Kantong insang pada invertebrata, ikan, dan amfibi berubah menjadi celah insang. Air masuk kedalam mulut dan faring melalui celah insang yang dilengkapi dengan lengkung insang. Pada vertebrata terrestrial, kantong tersebut mengalami perubahan untuk maksud-maksud tertentu (misalnya berkembang menjadi kelenjar timus dan paratiroid). Jika pada masa dewasa tidak ada ditemukan, maka hanya tampak pada masa embrio.

Ciri-cirinya

Vertebrata adalah golongan hewan yang memiliki tulang belakang. Tulang belakang berasal dari perkembangan sumbu penyokong tubuh primer atau *notokorda* (*korda dorsalis*). Notokorda vertebrata hanya ada pada masa embrionik, setelah dewasa akan mengalami penulangan menjadi sistem penyokong tubuh sekunder,yaitu tulang belakang (*vertebrae*).Tubuh vertebrata bertipe simetri bilateral, bagian organ dalam dilindungi oleh rangka dalam atau endoskeleton, khusus bagian otak dilindungi oleh tulang-tulang tengkorak (kranium). Bagian terluar tubuh berupa kulit yang tersusun atas epidermis (lapisan luar) dan dermis (lapisan dalam). Organ dalam, seperti organ pencernaan,jantung, dan pernapasan terdapat didalam suatu rongga tubuh ataupun selom.

Vertebrata memiliki sistem alat tubuh yang lengkap, sebagai berikut:

- 1) Sistem pencernaan memanjang dari mulut hingga anus.
- 2) Sistem peredaran darah tertutup.
- 3) Alat ekskresi berupa ginjal.
- 4) Alat pernapasan berupa paru-paru atau insang.
- 5) Sepasang alat reproduksi (kanan dan kiri).
- 6) Sistem endokrin yang berfungsi menghasilkan hormon.
- 7) Sistem saraf yang terdiri atas susunan saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang) dan susunan saraf tepi (serabut saraf).

Klasifikasi Vertebrata

Sub filum vertebrata terbagi atas beberapa kelas, yaitu Pisces (Chondrichthyes, Osteichthyes), Ampibia, Reptilian, Aves, dan Mamalia.



1) *Pisces*

Seluruh anggota kelompok ikan hidup didalam air dan bereproduksi secara ovipar. Biasanya sel telur dan sperma disebarluaskan didalam air atau sarang. Pada kebanyakan ikan bertulangsejati, fertilisasi dan perkembangan embrio berlangsung diluar tubuh induk betina. Ikan terbagi menjadi beberapa kelas, kelas agnatha (ikan tanpa rahang), kelas gnatostomata (ikan berahang), kelas chondrichthyes (ikan bertulang rawan), kelas osteichthyes (ikan bertulang sejati). Pada bahan kajian ini kita akan membahas tentang Kelas Chondrichthyes dan Kelas-Osteichthyes.

a) Ikan bertulang rawan (*Chondrichthyes*)

Anggota ikan bertulang rawan (850 spesies) antara lain adalah ikan hiu dan ikan pari. Ikan tersebut memiliki skeleton berupa tulang rawan sebagai pengganti tulang keras. Pada kedua sisi faring terdapat lima hingga tujuh celah insang dan tidak mempunyai tutup insang (operculum). Ikan bertulang rawan memiliki dua tipe sisik, yaitu **plakoid** dan **ganoid**. Bagian dalam sisik plakoid disusun oleh bahan tulang dan bagian luarnya disusun oleh bahan email (mirip email gigi manusia). Pada sisik ganoid, bagian dalam disusun oleh bahan tulang dan bagian luarnya dari bahan ganoin.

Gigi hiu teratur dalam enam sampai duapuluhan baris, tetapi hanya baris pertama dan kedua yang aktif digunakan untuk makan (selebihnya merupakan gigi pengganti). Ikan hiu dan pari mempunyai beberapa indra yang sangat berguna untuk mendapatkan mangsa. Mereka dapat merasakan arus listrik didalam air yang ditimbulkan oleh gerakan otot hewan lainnya, mempunyai gurat sisi, dan mempunyai indra pembau yang sangat tajam. Gurat sisi tersebut berupa rangkaian yang sel peka terhadap rangsangan tekanan. Tekanan tersebut dapat disebabkan oleh gerakan ikan atau hewan lain yang berenang didekatnya. Kerjasama antara indra pembau dan otak dapat mendeteksi satu tetes darah didalam 115 liter air laut. Ikan hiu terbesar bukanlah predator, namun merupakan hewan penyaring makanan (*filter-feeder*).



Seekor ikan hiu paus (whaleshark) membutuhkan berton-ton crustacean kecil untuk dimakan. Beberapa jenis ikan hiu merupakan predator yang dapat berenang dengan kecepatan tinggi dilaut terbuka. Ikan hiu putih dengan panjang lebih kurang tujuh meter mempunyai hewan buruan tetap berupa lumba-lumba, singa laut, dan anjing laut. Habitat ikan pari adalah dasar laut. Ciri khas ikan pari adalah memiliki sirip-pada dada yang lebar mirip sayap. Hewan ini memiliki sengatan listrik hingga 300 volt yang dapat digunakan untuk menangkap mangsa.

b) Ikan bertulang sejati (*Osteichthyes*)

Lebih kurang 20 ribu spesies ikan bertulang sejati mempunyai skeleton dari tulang sejati. Kelompok ini merupakan vertebrata paling sukses dan beragam. Sifat dan cara hidupnya bermacam-macam, antara lain sebagai penyaring makanan ataupun predator. Permukaan tubuh tertutup oleh sisik bertipe *sikloid* dan *stenoid*. Ciri-ciri sisik tipe sikloid antara lain adalah bebentuk sirkuler, jika diamati dibawah mikroskop akan tampak garis-garis konsentris berjumlah sesuai dengan umurnya, tampak mengilap kebiruan mengandung kristal guanine, dan sel-sel pigmen yang berbentuk bintang, mengandung zat warna hitam (*melatonin*). Bentuk sirip stenoid mirip dengan siri sikloid, tetapi bagian belakang memiliki gerigi. Ikan bertulang sejati memiliki **gelembung renang** yaitu kantong udara yang dapat digunakan untuk mengubah daya apung dan sebagai alat bantu dalam bernafas. Beberapa anggotanya dapat berpindah dari perairan asin ke perairan tawar, misalnya ikan salmon dan belut laut. Pada saat berada di air tawar, ginjal mengeluarkan urin yang sangat encer dan insangnya menyerap garam dari air dengan cara transpor aktif.

Selain memiliki endoskeleton, dibagian luar tubuh ikan dilindungi oleh eksoskeleton yang berupa sisik (*squama*). Dibawah sisik terdapat kulit yang banyak mengandung mukosa. Suhu tubuhnya bergantung pada lingkungan disekitarnya atau bersifat poikiloterm.



Hal tersebut dimungkinkan karena ikan belum memiliki organ yang mengatur suhu tubuh. Pada bagian sisi tubuh terdapat gurat sisi (*linea lateralis*). Alat ini berfungsi untuk mengetahui perubahan tahanan air dan posisinya di dalam air. Ikan juga dilengkapi oleh gelembung renang (*vesikanatatoria*) yang berguna sebagai alat hidrostatik dan membantu dalam proses pernafasan.

Ikan memiliki tiga lubang pengeluaran (muara) didepan sirip dubur belakang. Ketika lubang tersebut (berturut-turut dari arah depan ke belakang) adalah sebagai berikut: anus, merupakan lubang pembuangan sisa makanan porus *quieñelis*, merupakan lubang saluran kelamin yang berasal dari gonat porus ekskretorius, merupakan lubang saluran urin. Ikan tidak hanya memiliki satu **sirip**. Sirip ikan terdiri atas dua sirip dada, dua sirip perut, satu sirip punggung, satu sirip ekor, dan satu sirip belakang.

Ikan telah memiliki saluran dan kelenjar pencernaan makanan. Saluran pencernaan ikan meliputi rongga mulut, faring, kerongkongan (esophagus), lambung, dan usus (intestinum). Didalam rongga mulut terdapat gigi berbentuk kerucut (konus padarahang), lidah yang tidak dapat digerak-gerakkan dan kelenjar mukosa. Ikan tidak memiliki kelenjar ludah. Usus ikan berbentuk tabung yang berkelok-kelok dan dilengkapi oleh alat penggantung usus (mesentrium) agar dapat dikaitkan kedinding punggung.

Sistem ekstresi (pengeluaran urine) dan kelamin ikan bergabung menjadi satu sehingga disebut sistem urogenitalia. Alat ekskresi terdiri atas ginjal (ren), ureter, kantong kemi dan *korus ekskretorius*. Sepasang ginjal ikan berwarna merah tua, keduanya dihubungkan ke kandung kemih melalui ureter. Kandung kemih merupakan tempat penampung urine dari ureter kanan dan kiri, sedangkan korus ekskretorius merupakan lubang pengeluaran urine.



Kelenjar kelamin (gonad) jantan atau testis dan gonat betina atau ovarium. Testis tersebut berwarna putih dan menghasilkan spermatozoid alat pernafasan utama ikan berupa insang (*brankia*). Insang terdiri atas lengkung insang (*arkus bankialis*) dan lembaran insang (*hemi brankia*) yang mengandung banyak kapiler darah. Lembaran insang yang melekat pada insang disebut *holobrankia*.

Pernafasan pada ikan berlangsung dalam dua fase yaitu fase inspirasi dan fase ekspirasi. Pada fase inspirasi, oksigen masuk kedalam rongga mulut, sedangkan fase ekspirasi udara dilepaskan dari alat pernafasan ke lingkungan sekitarnya. Ikan juga memiliki alat yang digunakan untuk membantu mendapatkan oksigen dari lingkungan, yaitu gelembung renang (*vesika natatoria* atau *pneumatosis*). Alat ini berasal dari penonjolan dinding bawah saluran pencernaan (rongga perut) Gelembung renang tersebut memiliki bentuk oval dan berisi oksigen berisi nitrogen dan karbodioksida. *Pneumatosis* berguna untuk membantu alat pernafasan atau berfungsi layaknya paru-paru sehingga disebut pulmosit. Selain itu, *pneumatosis* juga berfungsi sebagai hidrostatis sehingga ikan dapat mengetahui daya berat badannya di suatu tempat dan menentukan tinggi rendah posisinya di dalam air.

Alat peredaran darah terdiri atas jantung, pembuluh arteri dan pembuluh vena. Jantung ikan dibungkus oleh selaput pericardium dan terletak di rongga pericardium. Selain jantung, di dalam rongga perikardium terdapat gelembung renang, ginjal, dan alat reproduksi. Jantungnya beruang dua, yaitu satu atrium (serambi) dan satu ventrikel (bilik). Darah di dalam jantung tidak mengandung oksigen. Darah mengalir melalui urat nadi ke lembaran insang. Didalam lembaran insang tersebut CO₂ di keluarkan dan O₂ diambil dari air. Darah yang mengandung O₂ langsung diedarkan ke berbagai jaringan.



Peranan pisces dalam kehidupan manusia

Secara umum, banyak jenis ikan yang dimanfaatkan manusia untuk memenuhi kebutuhan pangan. Selain itu dapat pula dimanfaatkan untuk bahan penelitian, kesenangan dan rekreasi. Sebagai bahan pangan ikan merupakan salah satu sumber protein hewani. Dibidang yang lain, memancing ikan merupakan salah satu jenis olahraga (rekreasi) yang banyak digemari dan memelihara ikan hias di dalam akuarius atau kolam termasuk hobi yang dapat memberi hiburan bagi manusia.

2) Amfibi

Hewan amfibi (kelas amphibian) merupakan hewan tetrapoda (berkaki empat), terdiri atas 3900 spesies. Penyebaran amfibi pertama adalah pada periode karboniverus dan dikenal sebagai tahun amfibi. Hingga saat ini terdapat tiga kelompok amfibi, yaitu Ordo **Anura** (contohnya katak dan kodok), Ordo **Urodella/Caudata** (contohnya, salamander), dan Ordo **Apoda/Gymnophiona** (contohnya salamander-cacing).

Salamander termasuk hewan karnivor, makanannya berupa invertebrata kecil, seperti serangga, siput, keong kecil, maupun cacing. Fertilisasi salamander dilakukan secara internal. Umumnya jantan menghasilkan sel sperma yang mengandung spermatofory yang nantinya akan di tampung oleh hewan betina di dalam kloaka. Kloaka salamander merupakan muara dari saluran urine, genital, dan pencernaan (urogenital). Setelah sel telur betina dibuahi, sel sperma akan dientuk telur. Telur tersebut diletakkan di air atau didarat untuk melompat. Katak mempunyai kulit yang halus dan kaki yang panjang, hidup di dekat perairan tawar, sedangkan kodok bertubuh gemuk, kulit kasar berbintil, dan hidup di tempat berlumpur.

Fertilisasi secara eksternal, sel sperma membuahi sel telur di luar tubuh amfibi betina. Umumnya telur dilindungi oleh selubung agar-agar dan bercangkang. Pada saat menetas dihasilkan kecebong yang melangsungkan kehidupan di air. Kecebong merupakan larva akuatik berinsang dan akan bermetamorfosis menjadi dewasa.



Hewan dewasa keluar dari perairan dan bernafas dengan paru-paru. Selain di air, beberapa jenis amfibi mampu bereproduksi di darat. Amfibi mempunyai lidah untuk menangkap mangsa, kelopak mata untuk menjaga kelembaban mata, telinga untuk menangkap gelombang suara, dan laring yang dapat mengeluarkan suara. Otak amfibi lebih luas dibandingkan otak ikan. Alat pernafasan utama amfibi dewasa biasanya berupa paru-paru yang dibantu oleh poripori kulit. Sistem peredaran darahnya adalah sistem peredaran darah ganda. Pada sistem peredaran darah tersebut sebagian darah kaya O₂ masih bercampur dengan darah miskin O₂ diventrikel. Jantung amfibi beruang tiga, terdiri atas dua atrium (serambi) dan satu fentrikel (bilik).

Kulit amfibi tidak bersisik dan halus, kelembabannya terjaga oleh berbagai kelenjar mukosa. Kulit hewan tersebut berperan dalam menjaga keseimbangan air dan respirasi, membantu mengatur suhu tubuh ketika berada di darat melalui penguapan, dan melindungi diri dari hewan predator melalui pengeluaran racun yang terdapat di dalam kelenjar kulit. Meskipun kulit tersebut lembab dan tipis, amfibi tersebut biasanya tetap berada di sekitar tempat berair agar tidak terkena resiko kekeringan. Beberapa amfibi memiliki kemampuan mimikri dan kulitnya dapat berfluoresen mengeluarkan warna hijau-dan-merah (khususnya pada katak beracun).

Amfibi termasuk hewan *poikiloterm* (eksoterm: berdarah dingin) sehingga pengaturan suhu tubuhnya bergantung pada lingkungan. Oleh sebab itu, wajar jika amfibi yang hidup di daerah subtropik temepat menjadi tidak aktif dan tidak bergerak selama musim dingin. Pada umumnya katak yang hidup di benua eropa dapat bertahan pada suhu hingga -60C.

3) Reptil

Reptil adalah vertebrata pertama yang menyesuaikan diri terhadap kehidupan di tempat yang kering. Reptil memiliki sifat **autotomi**, yaitu dapat memotong ekornya apabila dalam keadaan bahaya.



Sisiknya merupakan eksoskeleton dari zat tanduk yang berasal dari epidermik. Salah satu bentuk penyesuaian hewan terrestrial adalah cara bereproduksi yang tidak bergantung pada air di sekelilingnya.

Reptil melakukan fertilisasi secara internal dan menghasilkan telur yang dilindungi oleh cangkang. Telur yang dihasilkan merupakan telur amneotik. Karena mengandung amnion. Amnion merupakan membran embrionik penyelubung embrio yang bermanfaat untuk melindungi embrio dan mengeluarkan limbah nitrogen. Selain itu, membran tersebut dapat juga berperan dalam menyediakan O₂, makanan, dan air untuk embrio.

Reptil banyak tersebar di tropik dan subtropik. Reptil air terdiri atas Alligator, buaya, dan kura-kura. Sedangkan kadal dan ular merupakan reptil darat. Reptil terdiri menjadi empat ordo, yaitu **Lacertilia**, contohnya, cecak, biawak, dan komodo; **Opidia**, contohnya, ular; **Chelonia**, contohnya, kura-kura dan penyu; dan **Crocodilia**, contohnya, buaya dan alligator

Reptil mempunyai kulit berkeratin yang tebal, bersisik, dan impermeabel terhadap air. Keratin merupakan bahan protein yang ditemukan di rambut, kuku jari, dan bulu. Kulit akan melindungi ular dari kehilangan air dan mengalami beberapa kali pergantian dalam setahun (kornifikasi). Paru-paru reptil telah mengalami perkembangan yang baik dan mampu bergerak secara ritmis sesuai kembang kempis sangkar tulang rusuk. Pada umumnya jantung reptil memiliki empat ruang yang belum sempurna, kecuali jantung pada buaya yang sudah sempurna. Meski demikian, darah miskin O₂ telah terpisah sepenuhnya dari darah kaya O₂. Ginjal mengekskresi asam urik, limbah nitrogen yang dihasilkan dibuang bersama air. Reptil termasuk hewan eksoteron. Dalam adaptasi tingkah laku, kehangatan suhu tubuh diperoleh dengan cara berjemur diri.



Peranan reptile dalam kehidupan manusia

Reptil banyak dimanfaatkan manusia sebagai bahan makanan, obat-obatan, hiasan atau sandang. Misalnya, telur penyu dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein bagi manusia. Sebagian orang meyakini bahwa darah dan bias ular dapat digunakan sebagai obat. Untuk keperluan sandang, kulit buaya banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan tas atau sepatu. Bagi petani, kehadiran ular atau kadal sangat penting untuk mengontrol populasi hama tikus.

4) Aves

Burung termasuk dalam kelas aves dan beranggotakan lebih kurang 9000 spesies. Meski burung tidak mempunyai gigi dan hanya memiliki ekor, hewan ini mempunyai kesamaan ciri dengan reptil, seperti bentuk tubuh, sisik kaki, paruh yang keras dan termasuk hewan ovivar yang menghasilkan telur amniotik bercangkang keras. Klasifikasi burung berdasarkan tipe paruh, habitat dan tingkah laku.

Keberagaman terlihat dari beragamnya ordo, antara lain burung pemburu yang memiliki paruh menukik dan cakar tajam, burung pantai yang memiliki paruh yang ramping dan tajam serta tungkai yang panjang, burung pelatuk yang berparuh seperti pahat dengan tipe kaki penggenggam, burung air yang mempunyai jari bersirip dan paruh lebar, penguin yang memodifikasi sayap seperti dayung, dan burung pengicau yang memiliki tipe kaki untuk bertengger.

Burung adalah satu-satunya hewan modern yang berbulu. Bulu tersebut merupakan modifikasi dari sisik reptile. Ada dua jenis bulu, yaitu bulu terbang dan bulu bawah yang berguna untuk menghalangi hilangnya panas tubuh. Hal tersebut penting burung termasuk hewan homeoterm yaitu hewan yang memelihara suhu konstan dan relatif tetap tinggi. Sehingga tetap dapat aktif walau cuaca dingin. Berdasarkan susunan anatominya, bulu dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu:



- a) **Plumae**, merupakan bulu yang memberi dasar bentuk tubuh yang berada pada sayap dan ekor, berfungsi untuk terbang.
- b) **Plamulae**, bulu yang terdapat pada burung yang masih muda dan pada burung yang sedang mengerami telur, berfungsi sebagai isolator (misalnya, suhu).
- c) **Filoplumae**, bulu yang memiliki rambut. Bulu tersebut tumbuh di seluruh permukaan tubuh. Berfungsi sebagai sensor. Tubuh burung tidak sepenuhnya ditumbuhi oleh bulu. Sebagian permukaan kulit yang tidak berbulu disebut *apteria* sedangkan yang berbulu disebut *pterilae*.

Bentuk dan struktur tubuh burung sering dihubungkan dengan kemampuannya untuk terbang. Hal demikian berkaitan dengan dimilikinya tulang berrongga udara yang sangat ringan. Paruh dapat meggantikan fungsi rahang serta mempunyai leher ramping, tulang dada burung agak luas sesuai untuk penyeimbang tubuh dandilengkapi oleh otot yang kuat untuk terbang. Otot memperoleh energi melalui oksidasi di dalam tubuh. Oksigen tersebut mengalir satu arah melalui kantong udara (hawa) dan paru-paru. Fungsi kantong hawa (*saccus pneumaticus*) antara lain untuk membantu pernafasan ketika terbang, membungkus organ dalam agar tidak kedinginan, mencegah hilangnya panas terlalu banyak, mengatur berat jenis tubuh ketika berenang. Dan membantu memperkeras suara.

Sistem peredaran darah ganda pad burung sudah lebih sempurna karena jantungnya terdiri atas empat ruang dan darah yang kaya O₂ sudah terpisah dari darah miskin O₂. Kemampuan terbang burung didukung oleh indra dan sistem saraf yang telah berkembang dengan baik. Daya penglihatan burung sangat kuat dan memiliki refleks otot yang sangat baik. Adanya kemampuan terbang menyebabkan hewan ini dapat bermigrasi dan mencari sumber makanan hingga jauh dari habitat aslinya.



Salauran pencernaan burung terdiri atas paruh, rongga mulut, taring esophagus, tembolok, lambung kelenjar, lambung pengunyah, usus halus, usus besar, dan kloaka. Tembolok merupakan pelebaran dari esophagus

Peranan aves bagi kehidupan manusia

Hampir seluruh potensi yang dimiliki burung telah dimanfaatkan manusia, baik untuk kebutuhan konsumsi maupun ekonomi. Daging dan telur unggas merupakan sumber lemak dan protein yang dibutuhkan manusia. Keindahan kicauan dan warna jenis burung tertentu menyebabkan manusia tertarik untuk memeliharanya. Dahulu, bulu burung cendrawasih dijadikan hiasan kepala oleh suku-suku masyarakat di papua. Begitu juga kemampuan terbang beberapa jenis merpati dimanfaatkan untuk suatu hobi atau diperlombakan.

Regenerasi adalah proses pemulihan jaringan tubuh atau bagian tubuh (organ) yang rusak. Di dalam tubuh tersedia sel-sel yang siap membelah memperbanyak diri saat diperlukan untuk mengganti selsel jaringan yang rusak. Sel-sel tersebut belum terdiferensiasi. Sel-sel semacam ini disebut *sel batang* (stem cell). Regenerasi tidak membuat organ baru. Saat tubuh terluka, luka tersebut akan segera menutup kembali karena ada regenerasi. Saat dinding rahim luruh (ketika menstruasi), sel-sel di bawahnya akan segera membelah begitu menstruasi selesai. Ekor cicak yang putus juga akan tumbuh lagi karena adanya pembelahan sel-sel yang baru.

Pada reptil (seperti kadal dan kura-kura) dan aves (seperti ayam danburung), embrio berkembang di dalam sel telur yang besar. Sel telur ini mengandung banyak cadangan makanan untuk perkembangan embrio. Sel telur mereka berada di dalam cangkang kapur yang keras. Untuk perkembangannya, sel telur itu harus dihangatkan pada suhu tertentu.



Induk reptil akan melakukannya dengan menempatkan telur-telur mereka di tempat yang dapat terkena hangatnya-matahari. Sedangkan induk aves, melakukannya dengan menggunakan panas tubuhnya dengan cara mengeraminya. Setelah 21 hari masa pengeraman, anak ayam akan keluar dari cangkang telur (menetas). Dapatkah anda menetas telur-ayam yang biasa dikonsumsi?

5) Pertumbuhan dan perkembangan pada mamalia

Embrio mamalia berkembang didalam rahim induknya (uterus) dan mendapat zat makanan (nutrisi) dan oksigen dari induk melalui plasenta dengan perantara tali pusat. Masa pertumbuhan embrio sampai kelahiran *fetus* disebut masa kehamilan (*gestasi*). Jenis hewan yang satu dengan yang lain memiliki masa gestasi yang berbeda-beda seperti tabel berikut, bergantung pada bentuk dan ukuran tubuhnya.

Pada hewan paruh bebek (*Ornithorynchus*) tidak dijumpai plasenta karena jenis mamalia tersebut bersifat ovipar. Paruh bebek dewasa menyusui anaknya setelah telur menetas. Selama masa pertumbuhan dan perkembangan, berbagai faktor mempengaruhinya. Secara umum dikelompokkan ke dalam faktor luar (eksternal) dan faktor dalam (internal).

Tabel 5. Masa kehamilan pada beberapa hewan.

No	Jenis Hewan	Masa Gestasi
1.	Tikus	22 hari
2.	Anjing/kucing	60 hari
3.	Kambing/Biri-biri	150 hari
4.	Manusia	280 hari
5.	Zebra/Kuda	400 hari
6.	Gajah	700 hari



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tujuan pembelajaran materi Animalia, ciri ,sifat , reproduksi dan perananya dalam kehidupan sehari - hari
2. Selanjutnya peserta diklat diminta mengamati beragam jenis hewan misalnya siput, burung, capung, ikan dan kelinci melalui slide, gambar atau bagan
3. Selanjutnya peserta diklat mengamati dan membuat catatan berkaitan dengan hewan, ciri, sifat, reproduksi dan perananya dalam kehidupan sehari-hari
4. Selanjutnya disampaikan pertanyaan, bagaimana hewan yang bisa dikonsumsi seperti, sapi, ayam, itik, ikan dan udang. Namun sebagian lagi justru merugikan , misalnya kutu rambut, cacing usus, nyamuk, dan lalat. Mengapa semua organisme tersebut dikelompokkan sebagai hewan ? Bagaimana ciri- cirinya?
5. Selanjutnya disampaikan pertanyaan , bagaimanakah ciri hewan dan sifat, reproduksi hewan dan peranannya dalam kehidupan sehari–hari ?
6. Peserta diklat membaca uraian materi tentang hewan, ciri , sifat , reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
7. Selanjutnya disampaikan materi tentang hewan, ciri , sifat , reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
8. Pada awal subbab ini, anda sudah melakukan kegiatan mengamati gambar, salah satunya siput, burung, capung, dan kelinci. Kemudian apakah yang dimaksud dengan otot, syaraf, tulang ? Apakah semua hewan memiliki struktur sama ? Apa yang dimaksud dengan perkembangbiakan generatif dan vegetatif pada hewan ? Untuk menjawab pertanyaan tersebut bacalah pada uraian materi tentang struktur tubuh hewan dan reproduksi hewan
9. Selanjutnya peserta diklat diminta melakukan praktikum pengamatan struktur tubuh hewan dengan lembar kerja sebagai berikut:

Judul Kegiatan : Menganalisis Vertebrata

Tujuan : Peserta diklat mampu mengidentifikasi morfologi dan anatomi tubuh hewan Vertebrata secara fakta , dengan benar



Alat :

- a. Peralatan bedah (Disetng set)
- b. papan bedah
- c. sarung tangan karet
- d. Masker (penutup mulut dan hidung)
- e. Stoples bertutup untuk wadah hewan saat di bius
- f. Keras tissue

Bahan :

- a. Ikan mas, katak , kadal, burung, tikus putih (mencit) dalam keadaan hidup
- b. Cairan Kloroform (untuk membius katak, kadal, burung dan tikus) ikan tidak perlu dibius

Cara Kerja :

- a. Cara membius hewan
 - 1) Pakailah sarung tangan dan masker
 - 2) Masukkan hewan ke dalam stoples
 - 3) Teteskan kloroform pada kapas, masukkan kapas tersebut kedalam stoples yang berisi hewan , kemudian ditutup
 - 4) Setelah hewan lemas, ambilah hewan tersebut dan siap untuk dibedah

Perhatian : Dilarang menghirup kloroform, berbahaya !

b. Cara membedah hewan

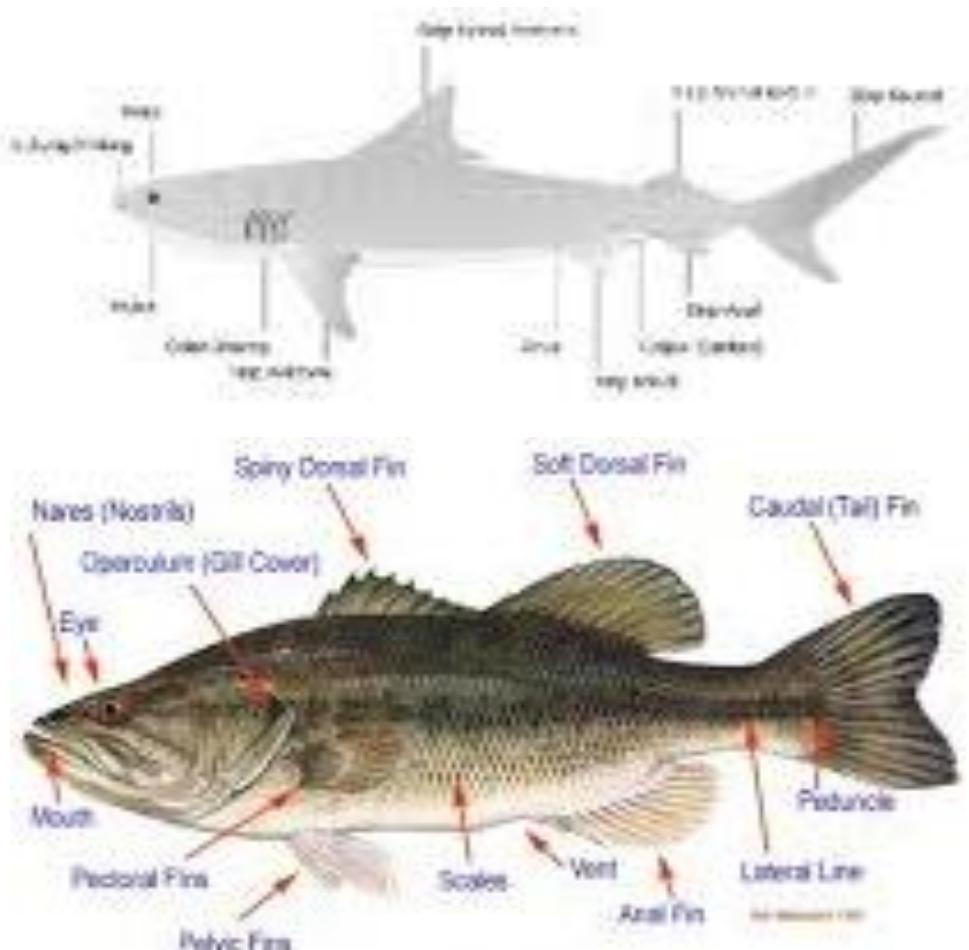
- 1) Letakkan ikan di atas papan bedah
 - 2) Tusuk pada bagian ujung- ujungnya (kepala,sirip punggung, sirip perut, dan sirip ekor)
 - 3) Gambar morfologi (bentuk luar) tubuh dan lengkapi dengan keterangan bagian- bagiannya
 - 4) Cabut sisiknya kemudian gambar tipe sisiknya
 - 5) Bedah dengan menggunakan gunting mulai dari bagian anus ke arah bagian depan (kepala) hingga tampak organ- organ bagian dalamnya. Lakukan dengan hati- hati agar tidak merusak organ- organ dalam



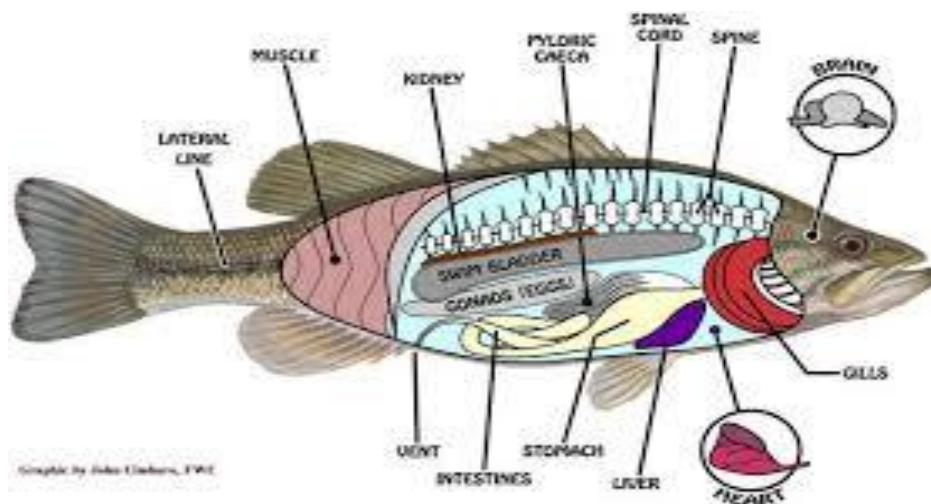
- 6) Gambar anatomi (struktur dalam) tubuh ikan lengkapi dengan keterangan organ- organya
- 7) Bila ikan tersebut masih masih hidup, perhatikan denyut jantungnya
- 8) Lepaskan jantungnya dengan hati- hati (jangan sampai rusak). Perhatikan apakah jantuh masih berdenyut setelah dilepaskan? Kemudian belah sehingga tampak bagian dalam serambi dan biliknya
- 9) Dengan cara yang sama , bedahlah hewan lainya.

Hasil pengamatan :

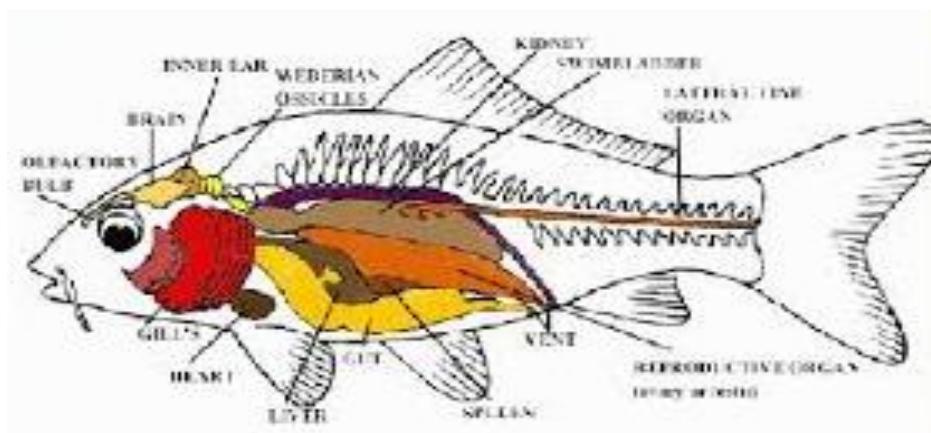
Berupa gambar lengkap setiap hewan dengan bagian- bagiannya



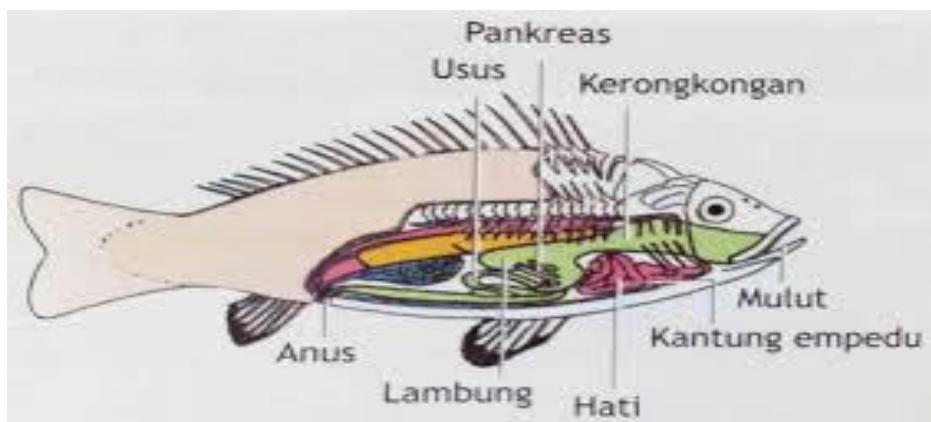
Gambar 44. morfologi ikan nila. Sumber Campbell ,2006



Gambar 45. Anatomi ikan Nila. Sumber Campbell ,2006



Gambar 46. Syaraf ikan. Sumber Campbell ,2006



Gambar 47. sistem pencernaan ikan. Sumber Campbell ,2006



Pertanyaan :

- a) Diskripsikan organ- organ penyusun sistem pencernaan makanan pada pisces, Amphibia, Reptilia, dan Mamalia
- b) Hewan manakah yang memiliki kloaka?
- c) Diskripsikan alat pernafasan pada pisces, Amphibia, Reptilia, dan mamalia
- d) Berapakah jumlah ruangan pada jantung pisces, Amphibia, Reptilia, Aves dan mamalia
- e) Jelaskan fungsi organ – organ berikut ini :
 - 1) Gelembung renang pada ikan
 - 2) Gurat sisi pada ikan
 - 3) Pundi- pundi udara pada burung

10. Buatlah laporan dengan lengkap
11. Presentasikan hasil laporan anda agar mendapatkan masukan dari kelompok lain
12. Selanjutnya hasilnya dikumpulkan
13. Selanjutnya disampaikan tanya jawab tentang Animalia, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
14. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang Animalia, ciri, sifat, reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari
15. Selanjutnya peserta diklat diminta untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari.
16. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang Animalia, ciri , sifat , reproduksi dan peranannya dalam kehidupan sehari- hari dan menyampaikan materi yang belum jelas.
17. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , peserta diklat diberikan tugas dan latihan / tes.
18. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes



E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan

Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang tepat!

1. Termasuk jaringan ikat padat adalah jaringan
 - a. tendon
 - b. kolagen
 - c. fibroblast
 - d. mesenkim
 - e. Fibrosit
2. Manakah yang dikategorikan sebagai zat pelelah pada otot
 - a. asam fosfat
 - b. asam lemak
 - c. glukosa
 - d. glikogen
 - e. asam laktat
3. Bagian-bagian dibawah ini yang banyak mengandung zat kalsium fosfat dalam keadaan normal adalah
 - a. darah
 - b. sel epitel
 - c. sel saraf
 - d. otot
 - e. Tulang
4. Macam jaringan yang tidak bertambah banyak pada orang dewasa....
 - a. sel saraf
 - b. sel leukosit
 - c. sel trombosit
 - d. sel epitel
 - e. sel eritrosit



5. Tenaga untuk kontraksi otot berasal dari
 - a. oksidasi asam laktat
 - b. pemecahan glikogen menjadi asam laktat
 - c. sintesis adenosine trifosfat
 - d. pemecahan asam laktat
 - e. penguraian fosfat organic
6. Otot mampu menjadi alat gerak aktif karena
 - a. otot menghasilkan tenaga
 - b. adanya serabut-serabut kontraktil
 - c. adanya selubung otot
 - d. adanya plasma otot
 - e. otot bersifat lentur
7. Komponen dibawah ini adalah komponen perbedaan kartilago dan tulang sejati, kecuali
 - a. Kelenturannya
 - b. Morfologinya
 - c. Struktur penyusunnya
 - d. Ada tidaknya matriks
 - e. Letaknya dalam tubuh
8. Hubungan antar tulang yang terdapat pada siku adalah
 - a. sendi peluru
 - b. sendi pelana
 - c. sendi engsel
 - d. sendi putar
 - e. sendi pergelangan tangan



9. Hubungan antar tulang yang tidak dapat digerakkan pada tulang tengkorak adalah.....
 - a. Diartrosis
 - b. Scoliosis
 - c. Kiposis
 - d. Sinfibrosis
 - e. Amfiartrosis
10. Dari gerak antagonis di bawah ini pasangan yang cocok
 - a. fleksi – ekstensi
 - b. pronasi – supinasi
 - c. pronasi – abdukasi
 - d. abdukasi – ekstensi
 - e. rotasi – adduksi

F. Rangkuman

Tubuh hewan memiliki enam jaringan utama, yaitu jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan syaraf. Jaringan epitel melapisi permukaan tubuh sebelah luar (kulit), berbagai rongga, dan saluran di dalam tubuh. Fungsinya sebagai pelindung jaringan yang terdapat di sebelah dalamnya, sebagai bagian dari kelenjar, dan sebagai tempat penyerapan. Terdiri dari bentuk pipih, kubus, batang, dan kolumnar. Mengikat sel-sel sehingga membentuk suatu jaringan dan mengikat suatu jaringan dengan jaringan lainnya, menyokong dan melindungi bagian-bagian tubuh, mengisi rongga-rongga yang kosong, menyimpan lemak (sumber energi), dan untuk transposrtasi.

Klasifikasi hewan terbagi atas dua bentuk, yaitu invertebrata (hewan tidak bertulang belakang) dan vertebrata (hewan bertulang belakang). Vermes memiliki tubuh simetris bilateral, habitat di perairan dandaratan (tanah), sistem saraf ganglion (tangga tali), sistem repirasi menggunakan permukaan tubuh, *flame cell* (sel api), reproduksi seksual, aseksual dan hermaprodit.



Bersifat parasit dan saprofit, terbagi atas 3 filum, yaitu: Platyhelminthes, Nemathelminthes dan Annelida.

Annelida terbagi atas tiga kelas, yaitu: Polychaeta (*Eunice viridis* (palolo), dimakan. Dan *Lysidice oele* (wawo), dimakan); oligochaeta (*Lumbricus terestis*, *Pheretima* sp = cacing tanah), dan Hirudinae (*Hirudo-medicinalis*, *Haemodipsas* sp). Diantara vermes yang berperan penting pada bidang pertanian adalah cacing tanah berfungsi untuk menggemburkan tanah pertanian. Beberapa jenis dapat bersifat parasit pada tumbuh tumbuhan, seperti: *Meloidogyne* sp dan *Heterodera* sp.

Serangga terdiri atas caput (kepala), dada (toraks) dan abdomen (perut). Terdapat membran tymphanum sebagai alat pendengaran, tubulus malpighi sebagai alat eksresi dan ganglion saraf. Sistem pencernaan makanan terdiri tiga, yaitu: *foregut* (mulut, faring, oesofagus, tembolok, dan empedal (*gizzard*) berfungsi untuk menggiling makanan; *midgut* (lambung dengan 8 pasang gastrikcaeca, melakukan proses pencernaan dan penyerapan; dan *hind-gut*, terdiri atas ileum, kolon, rektum, dan anus.

Metamorfosis pada serangga terbagi atas tiga bentuk, yaitu: *ametabola* (tidak ada pergantian bentuk, terjadi pertambahan besar ukuran. Misalnya Colembola dan Thysanura); *hemimetabola* (metamorfosis tidak sempurna), fase dimulai dari telur - larva (nimfa) - dewasa (imago). Misalnya Orthoptera, Hemiptera dan Odonata; dan *holometabola* (metamorfosis sempurna), dimulai dari fase telur - larva - pupa - imago. Misalnya: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, dan Lepidoptera.



G. Umpulan 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 menganalisis ciri- ciri animalia		
2	Dapat menganalisis sifat animalia		
3	Dapat memahami reproduksi secara vegetatif pada animalia		
4	Dapat memahami reproduksi secara generatif pada animalia		
5	Dapat menerapkan peranan animalia dalam kehidupan		

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

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 1

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

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 2

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan

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

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 3

Kunci jawaban pertumbuhan dan perkembangan hewan

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

Kunci Jawaban Kegiatan pembelajaran 4

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



Kunci Jawaban kegiatan Pembelajaran 5

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



Evaluasi

Jawablah Pertanyaan berikut!

Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e untuk jawabanyang tepat!

1. Virus dapat hidup secara
 - a. heterotrof fakultatif
 - b. parasit ekstraseluler
 - c. kemoautotof
 - d. saproda
 - e. parasit intraseluler obligat
2. Cara bereproduksi makhluk hidup prokariotik yang sering dijumpai adalah
 - a. melahirkan
 - b. bertelur
 - c. membelah diri
 - d. bertunas
 - e. berspora
3. Berikut ini yang *bukan* sifat-sifat virus antara lain
 - a. hanya memiliki satu macam asam nukleat (DNA atau RNA)
 - b. tidak memiliki protoplasma
 - c. bentuk dan ukurannya bervariasi
 - d. untuk bereproduksi hanya memerlukan bahan organic
 - e. aktif pada makhluk hidup yang spesifik
4. Berikut ini nama macam-macam virus :
 - 1). new castle disease virus
 - 2). tobacco mosaic virus
 - 3). citrus vein phloem degeneration virus
 - 4). virus gumboro
 - 5). virus tungro
 - 6). foot and mouth disease virus



Virus menyerang vertebrata antara lain

- a. (1)-(2)-(3)
- b. (1)-(4)-(5)
- c. (1)-(4)-(6)
- d. (2)-(3)-(5)
- e. (4)-(5)-(6)

5. Pada siklus reproduksinya DNA virus dapat melakukan replikasi, artinya ...

- a. mampu melekatkan diri pada sel inang
- b. menyerang satu jenis sel makhluk hidup tertentu
- c. menyuntikkan materi genetik ke sitoplasma sel inang
- d. memperbesar ukuran sel
- e. mampu memperbanyak diri

6. Virus flu burung termasuk golongan ...

- a. Piconaviridae
- b. Herpesviridae
- c. Filoviridae
- d. Retroviridae
- e. Coronaviridae

7. Berikut ini yang merupakan ciri- ciri virus adalah....

- a. tubuh uniseluler
- b. sel prokariotik
- c. sel eukariotik
- d. tubuh multiseluler
- e. tubuh aseluler

8. Berikut ini bukan merupakan alasan mengapa virus dapat dianggap sebagai makhluk hidup adalah....

- a. kapsidnya terdiri atas protein
- b. dapat dikristalkan
- c. tubuh terdiri dari DNA dan RNA
- d. dapat menduplikasi diri
- e. dapat hidup hanya pada sel hidup



9. Virus yang berebentuk huruf T adalah....
 - a. *Adenovirus*
 - b. *Rhabdovirus*
 - c. *Ebolavirus*
 - d. Bakteriofage
 - e. HIV
10. Kisaran inang virus fluburung adalah....
 - a. serangga , padi dan tomat
 - b. nyamuk, ayam, dan monyet
 - c. *echerchia coli* di usus besar
 - d. unggas, babi dan manusia
 - e. *aedes aegypti*
11. Bintil akar tanaman kacang-kacangan banyak mengandung bakteri yang dapat mengikat nitrogen bebas. Bakteri tersebut bernama
 - a. *Clostridium*
 - b. *Azotobacter*
 - c. *Nitrosomonas*
 - d. *Nitrosococcus*
 - e. *Rhizobium*
12. Berikut ini yang bukan merupakan karakter Archaea
 - a. dinding selnya disebut peptidoglikan
 - b. dapat menghasilkan metan
 - c. hidup di daerah dengan suhu tinggi
 - d. hidup di daerah dengan salinitas tinggi
 - e. hidup di daerah yang sangat asam
13. Ciri- ciri yang dimiliki bakteri yang benar adalah....
 - a. Bersifat eukariotik
 - b. Bersifat prokariotik
 - c. Tidak memiliki dinding sel
 - d. Memiliki membran inti
 - e. Organisme multiseluler



14. Prokariotik yang dimiliki dinding sel tidak mengandung peptidoglikan adalah...
 - a. *Archaeabacteria*
 - b. *Eubacteria*
 - c. Bakteri Gram positif
 - d. Bakteri Gram negatif
 - e. Bakteri Gram variabel
15. Organel sel bakteri yang berfungsi untuk menghasilkan energi adalah....
 - a. Pilus
 - b. Mesosom
 - c. Vakuola
 - d. Ribosom
 - e. Klorosom
16. Salah satu cara perkembangbiakan vegetative alamiah adalah
 - a. Fertilisasi
 - b. Fragmentasi
 - c. Konyugasi
 - d. Partenogenesis
 - e. Meruduk
17. Tanaman anggrek dalam penyerbukan sering dibantu oleh manusia, hal ini karena.....
 - a. Dalam bunga hanya ada polen saja
 - b. Dalam bunga hanya ada putik saja
 - c. Polennya dalam kotak/tertutup
 - d. Putiknya dalam kotak/tertutup
 - e. Bunganya steril
18. Cacing tanah berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah, hal ini karena cacing dapat.....
 - a. Menghasilkan unsur hara
 - b. Meningkatkan porositas tanah
 - c. Meningkatkan kelembaban tanah
 - d. Sebagai bahan organic
 - e. Sebagai penghasil hormone



Penutup

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

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

Bagod Sudjadi,. (2002). *Biologi, Sains dalam Kehidupan*, Yudhistira,

Campbell, J.B. Reace,L.G, dan Mitchel.(2000).*Biologi*, Edisi Ke lima , Jilid 3 Jakarta , Erlangga

Cleon W Ross,. (1995). *Fisiologi Tumbuhan* , ITB Bandung.

Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan (GBPP) Mata Pelajaran Biologi. Depdikbud, Jakarta.

Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). Standar Kompetensi. Mata Pelajaran Biologi Sekolah Menengah Kejuruan. Depdikbud, Jakarta.

Estiti B Hidayat .(1995). *Anatomi Tumbuhan Berbiji* , ITB Bandung.

Kimball JW, Tjitrosomo SS, Soegiri N. (1996). *Biology Jilid I, II, III*. Erlangga, Jakarta.

Kondo. (1982). *The New Book of Popular Science*. Grolier Int. Inc., Ne

Mukayat DB. (1990). *Zoologi Dasar*. Erlangga, Jakarta.

Nunung Nurhayati, dkk.(2015), *Biologi SMA Kelas XII*, Yrama Widya.

Neushul M. (1974). *Botany*. Hamilton Publishing Co., California.

Pratiwi, Srimaryati, Srikini dkk,. (2006). *Biologi SMA jilid 3 untuk kelas XII ,* penerbit Erlangga..

Radiopoetro.(1990). *Zoologi*, Penerbit Erlangga..



Glosarium

Abiogenesis	: teori asal usul kehidupan yang menyatakan bahwa makluk hidup berasal dari benda mati
Biogenesis	: teori asal usul kehidupan yang menyatakan bahwa makluk hidup berasal dari makhluk hidup sebelumnya
Diferensiasi	: memodifikasi struktural dan fungsional suatu sel tidak khusus menjadi sel yang khusus.
Endosperma	: jaringan cadangan makanan yang terbentuk di dalam kantong embrio di dalam biji, pada angiospermae berasal dari peleburan inti kandung lembaga sekunder dengan salah satu inti sperma
Sporofit	: tingkat diploid yang menghasilkan biji atau spora dalam daur hidup suatu tumbuhan.
Sporangium	: struktur yang di dalamnya menghasilkan spora.
Alogami	: serbuk sari berasal dari individu lain yang spesiesnya sama
Ametabola	: tidak ada pergantian bentuk dan hanya dapat dilihat pertambahan besar ukuran
Amfiantrosis	: hubungan tulang yang masih memungkinkan adanya sedikit erakan.
Amfiksis	: kandung lembaga berasal dari hasil peleburan ovum dan sperma
Apomiksasis	: kandung lembaga bukan berasal dari hasil peleburan ovum dan Sperma.
Aporogami	: inti sperma masuk tidak melalui mikropil, misalnya melalui kalaza
Autogami	: serbuk sari berasal dari bunga yang sama, proses penyerbukan terjadi selagi bunga belum mekar
Angiospermae	: tumbuhan berbiji tertutup
Apterygota	: serangga tidak bersayap
Askokarp	: tubuh buah yang mengandung askospora pada Ascomycota
Artospora	: spora yang dihasilkan dari pemisahan hifa



Autotrop	: makhluk hidup yang dapat membuat makanan sendiri
Bakteriofag	: virus yang menyerang bakteri
Blastospora	: spora aseksual yang dihasilkan dengan cara berkuncup, contohnya pada khamir
Breeding	: proses perkawinan silang pada makhluk hidup
Diploblastik	: dinding tubuh terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan luar dan dalam
Dikotil	: tumbuhan berkeping dua
Endospora	: spora yang dihasilkan di dalam sel
Ekstravaskuler	: pengangkutan air dan garam mineral di luar berkas pembuluh, berlangsung dari sel ke sel secara horizontal
Embrionik	: proses pembentukan dan perkembangan embrio pada makhluk hidup
Fertilisasi in vitro	: proses pembuahan yang terjadi di luar tubuh
Flame Cell	: sel-sel api
Floem	: pembuluh tapis
Fotik	: daerah yang masih dapat diterangi sinar matahari
Geitonogami	: serbuk sari berasal dari bunga lain pada satu individu
Gestasi	: masa kehamilan hewan
Khamir	: cendawan (fungi) uniseluler yang berkuncup, contohnya <i>Saccharomyces</i>
Klasifikasi	: Proses pengaturan atau penggolongan makhluk hidup dalam kategori golongan yang bertingkat
Konyugasi	: penggabungan materi DNA
Kopulasi	: transfer sel sperma atau sel telur ke makhluk hidup lain
Metagenesis	: proses pergantian keturunan pada makhluk hidup, dimana reproduksi vegetatif bergantian dengan reproduksi generative

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