

A.

Virus

Sejarah Penemuan Virus

1. Adolf Meyer (Jerman, 1882)
Penemu penyakit mozaik pada tanaman tembakau. Adolf Mayer berhasil memindahkan penyakit tersebut dari tanaman yang sakit ke tanaman lain yang masih sehat dengan menyempotkan getah yang diekstraksi dari daun tanaman sakit ke tanaman sehat. Tanaman sehat itu pun kemudian menjadi sakit.
2. Dmitri Ivanovsky (Rusia, 1892)
Melakukan percobaan menyaring getah tanaman tembakau berpenyakit dengan saringan yang didesain khusus untuk menyaring bakteri. Kemudian hasil saringan itu ditularkan pada tanaman sehat. Ternyata, filtrat masih menimbulkan penyakit mozaik pada tembakau sehat. Seperti halnya Mayer, Ivanovsky mengambil kesimpulan dalam penelitiannya bahwa penyakit tersebut disebabkan oleh bakteri patogenik yang sangat kecil atau bakteri penghasil toksin yang dapat melewati saringan.
3. Martinus Beijerinck (Belanda, 1899).
Penyebab penyakit mozaik daun tembakau memiliki sifat dapat bereproduksi pada tanaman inangnya, tidak dapat dibiakkan ke dalam medium bakteri, dan tidak mati oleh alkohol.
4. W. M. Stanley (Amerika, 1935)
Dapat menginokulasi dan mengkristalkan penyebab penyakit mozaik daun tembakau dan disebut TMV (*Tobacco Mozaic Virus*).

Ciri-ciri Virus

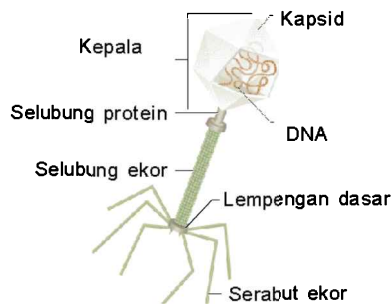
1. Virus memiliki ukuran yang sangat kecil, yaitu antara 25—300 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).
2. Virus hanya memiliki satu jenis asam nukleat (DNA atau RNA) yang diselubungi oleh kapsid (selubung protein).
3. Virus hanya dapat hidup dan berkembang biak pada sel hidup (parasit intraseluler obligat).
4. Tubuh virus bukan berupa sel sehingga tidak memiliki inti sel, membran plasma, dan sitoplasma.
5. Tubuh virus memiliki berbagai bentuk (batang, bulat, silindris, dan bentuk T).
6. Virus merupakan makhluk metaorganisme, yaitu bentuk peralihan antara benda mati (memiliki sifat dapat dikristalkan) dan makhluk hidup (dapat berkembang biak).
7. Senyawa penyusun virus adalah asam nukleat, protein, lemak, dan karbohidrat.

Struktur Tubuh Virus

Meskipun virus memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda-beda, tapi struktur tubuhnya sama, yaitu terdiri atas:

1. **Kapsid**, yaitu lapisan pembungkus DNA atau RNA pada virus. Kapsid terdapat pada bagian kepala virus.
2. **Kapsomer**, yaitu bagian pada virus yang mengandung sedikit protein dan akan saling bergabung membentuk kapsid.
3. **Sel pembungkus**, yaitu bagian yang melapisi DNA atau RNA. Sel ini mengandung lipoprotein (lipid dan protein) yang merupakan membran plasma dan berasal dari sel inang virus.

4. **Selubung dan serabut ekor**, yaitu bagian yang digunakan oleh virus untuk melekatkan tubuhnya ke sel inang.



Jenis-jenis Virus

1. Berdasarkan organisme yang diserang

Jenis Virus	Penjelasan
Bakteriophage	Virus yang menyerang sel bakteri Contohnya virus T2, T4, dan T6
Virus tumbuhan	Virus yang menyerang sel tumbuhan Contohnya TMV (<i>Tobacco Mozaic Virus</i>), <i>Citrus Vein Phloem Degeneration (CVPD)</i> , Virus tungro
Virus hewan	Virus yang menyerang sel hewan Contohnya polioma penyebab tumor, <i>Rous Sarcoma Virus (RSV)</i> penyebab kanker pada ayam, <i>Rhabdovirus</i> penyebab rabies pada anjing dan kera

2. Berdasarkan susunan asam nukleat

Jenis Virus	Penjelasan
Virus dengan DNA pita tunggal (ssDNA)	<i>Parvovirus</i>
Virus dengan DNA pita ganda (dsDNA)	<i>Adenovirus</i>
Virus dengan RNA pita tunggal (ssRNA positif)	<i>Picornia</i>
RNA pita tunggal (ssRNA negatif)	<i>Rhabdovirus</i>
RNA pita ganda (dsRNA)	Reovirus

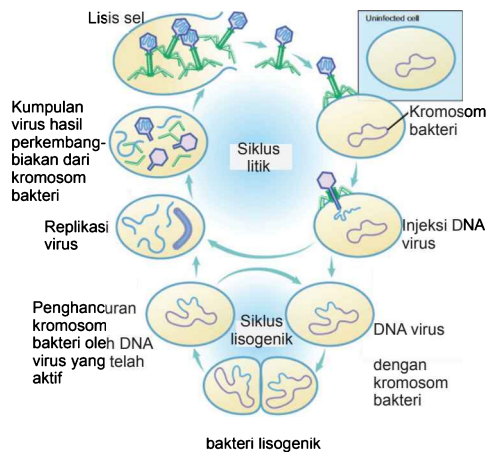
Reproduksi Virus

1. Daur Litik

- **Adsorbsi**: virus menempel pada dinding sel inang
- **Penetrasi**: dimasukkannya DNA atau RNA virus ke dalam sel inang
- **Sintesis**: DNA virus yang mengandung enzim lisozim akan menghancurkan DNA bakteri kemudian mereplikasikan diri, melakukan sintesis protein hingga membentuk bagian-bagian kapsid, seperti kepala, ekor, dan serabut ekor.
- **Perakitan**: bagian-bagian kapsid virus yang awalnya terpisah selanjutnya dirakit menjadi kapsid virus hingga terbentuk tubuh virus baru
- **Lisis**: hancurnya sel inang (lisis) dan melepaskan virus-virus baru yang akan menginfeksi sel inang lainnya, begitu seterusnya

2. Daur Lisogenik

- **Adsorbsi**: virus menempel pada dinding sel inang
- **Penetrasi**: dimasukkannya DNA atau RNA virus ke dalam sel inang
- **Penggabungan**: bergabungnya DNA virus dengan DNA bakteri
- **Pembelahan**: DNA virus yang bergabung dengan DNA bakteri menjadi tidak aktif (profage)
- **Sintesis**: DNA virus yang telah aktif akan menghancurkan DNA bakteri dan memisahkan diri. Selanjutnya, DNA virus akan mensintesis protein sel inang sekaligus mereplikasikan diri
- **Perakitan**: kapsid yang terbentuk dari protein sel inang dirakit menjadi kapsid virus. Selanjutnya, DNA virus baru masuk ke dalam kapsid sehingga membentuk virus baru.
- **Lisis**: terjadi lisis pada sel setelah terbentuk bakteri virus baru.



Peranan Virus

1. Menguntungkan

- **Sebagai antibakterial**, misalnya pada bakteri pengganggu produk pangan yang diawetkan.
- **Untuk pembuatan insulin**, misalnya pada virus penyebab kanker dapat dicangkokkan gen-gen penghasil hormon insulin ke dalam sel bakteri. Jadi, jika sel bakteri bereplikasi maka sekaligus memproduksi insulin.
- Pada pembuatan vaksin, misalnya vaksin polio, vaksin campak, dan vaksin cacar.
- Untuk membuat zat antitoksin.

2. Merugikan

- 1) **Virus yang menyebabkan penyakit pada manusia**
 - *Virus Avian influenza*, penyebab virus flu burung.
 - *Poliovirus*, yaitu virus penyebab penyakit polio.
 - *Virus Ebola*, yaitu virus yang menyebabkan penyakit ebola pada manusia.
 - *Human Immunodeficiency Virus (HIV)*, penyebab penyakit AIDS.
 - *Influenza virus*, menyebabkan penyakit flu pada manusia.
- 2) **Virus yang menyebabkan penyakit pada tumbuhan**
 - *Tobacco Mosaic Virus (TMV)*, virus

yang menyebabkan timbulnya bercak-bercak mozaik pada daun tembakau.

- *Citrus Leprosis Virus (CLV)*, virus yang menyebabkan penyakit pada tanaman jeruk.
- *Virus Tungro*, virus yang menyebabkan kekerdilan pada tanaman padi.

3) Virus yang menyebabkan penyakit pada hewan

- *Rhabdovirus*, virus yang menyebabkan penyakit rabies pada anjing, kucing, dan monyet.
- *New Castle Disease (NCD)* atau virus tetelo.
- *Adenovirus*, menyebabkan penyakit saluran pernapasan pada hewan.

Prion

Selain virus, ada partikel yang lebih sederhana daripada virus, yaitu viroid dan prion. **Prion** adalah merupakan partikel infeksi kecil yang berisi protein. Beberapa peneliti percaya bahwa prion berisi protein tanpa asam nukleat, karena prion terlalu kecil untuk menampung asam nukleat dan karena prion tidak dapat dirusak oleh agen pencernaan asam nukleat. Prion juga tahan terhadap faktor atau senyawa yang merusak asam nukleat, seperti radiasi sinar ultraviolet. Contoh prion adalah penyebab penyakit sapi gila (*mad cow*). Penyakit sapi gila pada awalnya diduga disebabkan oleh *slow agent virus*, kemudian pada tahun 1982, barulah dikenal istilah prion (*proteinaceous infectious particles*).

Viroid

Viroid adalah partikel RNA infeksi yang lebih kecil dari pada virus dan dapat menyebabkan penyakit pada tumbuhan. Contohnya viroid yang menginfeksi tanaman kentang, menyebabkan umbi kentang menggelondong (*spindle tuber disease*). Viroid mirip dengan virus, yaitu hanya mampu bereproduksi di dalam sel hidup sebagai partikel RNA. Akan tetapi, viroid berbeda dengan virus di mana setiap partikel RNA berisi RNA tunggal yang spesifik, viroid juga tidak mempunyai kapsid ataupun dinding luar.

B.

Monera

a. Ciri Monera

- Berasal dari bahasa Yunani *moneres* yang berarti tunggal, yang mengacu pada semua prokariotik (belum bermembran inti) yang bersel tunggal (uniseluler)
- belum memiliki organel bermembran (tanpa endomembran)
- hanya memiliki organel sel berupa ribosom (sintesis protein)

Kingdom monera terdiri atas:

1. *Eubacteria* (bakteri)
2. *Archaeobacteria* (archae)

1. Archaeobacteria

Memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Bersel satu
- Hidup pada kondisi lingkungan yang ekstrim.
- Dinding sel tidak mengandung peptidoglikan.
- Sel belum memiliki membran inti (prokariotik), namun ribosomnya mirip dengan ribosom eukariotik.
- Membran plasma mengandung lipid.
- Rata-rata memiliki ukuran 0,1 mm—15 mm.

Pengelompokkan archaeobacteria berdasarkan habitatnya dibagi menjadi tiga, yaitu:

1). Metanobacteria

- Hidup di daerah lumpur, rawa, dan saluran pencernaan hewan ruminansia seperti bakteri *Ruminococcus albus* dan *Methanosarcina mazei*.
- Memperoleh nutrisi dengan mereduksi CO_2 oleh H_2 menjadi CH_4 (metana) secara anaerob dan kemoautotrof
$$4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

2). Halobacterium

- Hidup di salinitas (kadar garam) tinggi
- Contohnya *Halobacterium salinarum*

3). Termoplasma

- Hidup di lingkungan dengan suhu panas (60°C – 80°C) dan kondisi asam

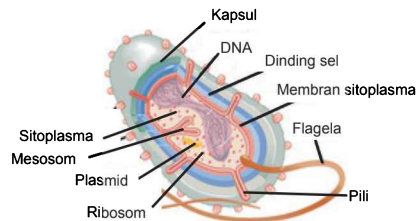
dengan pH (2 – 4), misalnya di kawah vulkanik dan mata air bersulfur, seperti bakteri *Sulfolobus*

- Kemoautotrof: sumber energi H_2S
$$6\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 6\text{S} + 6\text{H}_2\text{O}$$

2. Eubacteria

Ciri-ciri eubacteria

- Bersel tunggal (*uniselular*).
- Inti selnya tidak memiliki membran inti (*prokariotik*).
- Ukuran sel berkisar antara 1—5 mm (1 mm = 1/1000 mm).
- Berkembang biak secara aseksual dengan membelah diri.
- Hidup di berbagai lingkungan/habitat.
- Beberapa jenis bakteri berperan penting pada proses penguraian zat-zat organik.
- Bergerak dengan flagela atau pili.



Gambar Struktur Bakteri

Struktur tubuh bakteri

1) Bagian luar

- Dinding sel: untuk melindungi dan memberi bentuk pada sel bakteri
- Selaput lendir (kapsul): sebagai pelindung sel dan dapat digunakan sebagai cadangan makanan
- Membran sitoplasma: tersusun atas lipoprotein yang berfungsi untuk mengatur keluar masuknya zat-zat di dalam sel bakteri

2) Bagian dalam

- Mesosom: berperan dalam sintesis dinding sel serta pada pembelahan nukleus (inti sel)
- DNA: materi inti genetik sebagai pembawa sifat pada makhluk hidup, khususnya bakteri
- Ribosom: bagian dari organel sel yang berperan utama dalam proses sintesis protein di dalam sel
- Plasmid: berbentuk seperti cincin, terdapat di dalam sitoplasma, dan

berfungsi sebagai alat pertahanan sel terhadap lingkungan yang ekstrem

- **Endospora:** merupakan spora/struktur yang ber dinding tebal yang terbentuk saat kondisi lingkungan tidak menguntungkan bagi bakteri (panas, dingin, dan kering). Endospora akan kembali menjadi sel bakteri saat kondisi lingkungan membaik

b. Penggolongan Bakteri

1. Berdasarkan letak flagela pada sel bakteri

- a). **Monotrik**, yaitu bakteri yang hanya memiliki satu flagela pada salah satu ujung selnya.
- b). **Lopotrik**, yaitu bakteri yang memiliki dua atau lebih flagela di salah satu ujung selnya.
- c). **Amfitrik**, yaitu bakteri yang memiliki dua atau lebih flagela di kedua ujung selnya.
- d). **Peritrik**, yaitu bakteri yang memiliki flagela di seluruh permukaan selnya.

2. Berdasarkan bentuk tubuh bakteri

- a). **Kokus (bulat)**, yaitu streptokokus (bakteri *S. thermophilus*), diplokokus (bakteri *D. pneumoniae*), dan stafilocokus (bakteri *S. aureus*).
- b). **Basil (batang)**, yaitu monobasil (bakteri *E. coli*, *Salmonella typhi*) dan streptobasil (bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus anthracis*).
- c). **Vibrio** (koma), misalnya pada bakteri *Vibrio cholerae* (penyebab penyakit kolera).
- d). **Spirillum** (spiral), misal pada bakteri *Treponema pallidum*.

3. Berdasarkan Pewarnaan Gram

a). Bakteri gram positif

- ♦ Bakteri gram positif memberikan warna ungu pada pengecatan gram karena dinding peptidoglikannya tebal.
- ♦ Bakteri gram positif memiliki dinding sel yang lebih sederhana, namun lebih tebal dari dinding sel bakteri gram negatif, yaitu sekitar 20—25 nm.

Contoh: *Aerococcus*, *Leuconostoc*.

b). Bakteri gram negatif

- ♦ Dinding sel bakteri ini lebih tipis dari bakteri gram positif, yaitu sekitar 10—15 nm dengan kandungan peptidoglikan yang lebih sedikit, namun memiliki struktur yang lebih kompleks.
- ♦ Bakteri gram negatif memberikan pewarnaan merah saat diuji pengecatan gram karena dinding peptidoglikannya tipis dan selnya dilapisi oleh periplasma dan membran luar lipoprotein.
- ♦ Umumnya bakteri yang bersifat patogen merupakan jenis dari bakteri gram negatif.

Contoh: *E. coli*, *Salmonella typhi*, *Enterobacter cloacae*, dan *Shigella*.

4. Berdasarkan Kebutuhan Oksigen

- a). **Bakteri aerob obligat**, yaitu kelompok bakteri yang memerlukan gas oksigen dalam proses respirasinya.

Contoh: *Acinetobacter baumannii* (penyebab infeksi saluran pernapasan).

- b). **Bakteri anaerob fakultatif**, yaitu bakteri yang membutuhkan gas oksigen, namun masih dapat hidup tanpanya.

Contoh: *Escherichia coli* (ditemukan pada usus manusia).

- c). **Bakteri anaerob obligat**, yaitu bakteri yang tidak membutuhkan gas oksigen karena dapat merusak selnya.

Contoh: *Clostridium tetani* (bakteri penyebab tetanus).

- d). **Bakteri anaerob aerotoleran**, yaitu bakteri yang tidak menggunakan oksigen, namun masih dapat hidup di tempat yang mengandung oksigen.

Contoh: *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis* digunakan dalam industri pembuatan yoghurt dan keju.

- e). **Bakteri mikroaerofilik**, yaitu jenis bakteri yang menggunakan oksigen untuk respirasi, tapi hanya dapat hidup dengan konsentrasi oksigen yang rendah.

Contoh: *Campylobacter fetus* (penyebab abortus spontan pada hewan ternak).

5. Berdasarkan Cara Hidupnya

a). **Bakteri autotrof**, yaitu jenis bakteri yang dapat mensintesis makanannya sendiri dari zat anorganik menjadi zat organik. Bakteri ini dibedakan menjadi dua, yaitu:

- **Bakteri fotoautotrof**: sumber energi untuk proses sintesis makanan berasal dari cahaya (fotosintesis).

Contoh: bakteri sulfur hijau (*Chlorobium*), bakteri sulfur ungu (*Chromatium*), dan sianobakteria (*Anabaena*).

- **Bakteri kemoautotrof**, yaitu bakteri yang menggunakan senyawa kimia sebagai sumber energi yang dipakai untuk sintesis senyawa organik.

Contoh: *Thiobacillus*, bakteri nitrifikasi (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*).

b). **Bakteri heterotrof**, yaitu bakteri yang tidak dapat mensintesis makanan sendiri melainkan memanfaatkan bahan organik dari organisme lain. Bakteri heterotrof dibedakan menjadi dua, yaitu:

- **Parasit**, yaitu bakteri yang mengambil makanan dari organisme lain (inangnya) sehingga dapat merugikan inangnya.

Contoh: *Mycobacterium tuberculosis*.

- **Saprofit**, yaitu bakteri yang memperoleh makanan dari sisa-sisa organisme yang telah mati, seperti bangkai hewan dan sampah organik.

Contoh: *E. coli*.

c. Reproduksi Bakteri

Reproduksi bakteri terjadi melalui dua cara, yaitu:

1. **Reproduksi aseksual (tak kawin)**, yaitu dengan cara membelah diri secara biner.
2. **Reproduksi seksual (kawin)**, terjadi melalui tiga cara, yaitu:

❑ **Konjugasi**, merupakan cara reproduksi dengan memindahkan materi genetik melalui kontak langsung antarbakteri.

❑ **Transformasi**, yaitu pemindahan

satu gen/DNA bakteri ke sel bakteri lain melalui proses fisiologis.

❑ **Transduksi**, yaitu proses pemindahan materi genetik/DNA melalui perantara/infeksi virus.

d. Faktor penyebab pertumbuhan bakteri

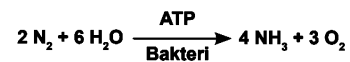
1. Suhu
2. Nutrisi
3. Air
4. Cahaya
5. Kelembapan
6. Zat kimia (antibiotik)

e. Peranan Bakteri

1. Bakteri yang Menguntungkan

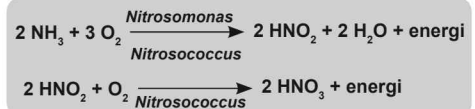
❑ **Bakteri pengikat nitrogen pada tanaman**

Beberapa bakteri berperan dalam mengikat gas nitrogen dari udara bebas, yaitu *Azetobacter vinelandii*, *Clostridium pasteurianum*, dan *Rhizobium leguminosarum* yang bersimbiosis dengan tanaman polong-polongan. Reaksi fiksasi N_2 , yaitu:



❑ **Bakteri nitrifikasi**

Bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* mampu melakukan proses nitrifikasi, yaitu mengubah amonia (NH_3) menjadi nitrit (NO_2), sedangkan bakteri *Nitrobacter* mampu mengubah nitrit (NO_2) menjadi nitrat (NO_3). Reaksinya, yaitu:



❑ **Bakteri penghasil antibiotik**

No	Bakteri	Jenis antibiotik
1	<i>Streptomyces griseus</i>	Streptomisin
2	<i>Streptomyces rimosus</i>	Terasiklin
3	<i>Streptomyces venezuelae</i>	Chloramphenicol
4	<i>Streptomyces aureofaciens</i>	Aureomisin
5	<i>Bacillus polymixa</i>	Polimiksin

❑ Bakteri dalam industri makanan

No	Bakteri	Produk Makanan
1	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Yoghurt
2	<i>Acetobacter xylinum</i>	Nata de coco
3	<i>Lactobacillus casei</i>	Yakult
4	<i>Streptococcus lactis</i>	Mentega
5	<i>Acetobacter sp.</i>	Asam cuka

2. Bakteri yang Merugikan

❑ Bakteri penyebab penyakit pada manusia

No	Bakteri	Penyakit
1	<i>Clostridium tetani</i>	Tetanus
2	<i>Salmonella typhosa</i>	Tipus
3	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	TBC
4	<i>Diplococcus pneumoniae</i>	Radang paru-paru
5	<i>Shigella dysenteriae</i>	Disentri (pencernaan)

❑ Bakteri penyebab penyakit pada hewan ternak

No	Bakteri	Penyakit
1	<i>Bacillus anthracis</i>	Antraks pada sapi
2	<i>Cytophaga columnaris</i>	Penyakit pada ikan
3	<i>Streptococcus agalactia</i>	Radang payudara sapi
4	<i>Actinomyces bovis</i>	Bengkak rahang pada sapi

❑ Bakteri penyebab penyakit pada tanaman

No	Bakteri	Penyakit
1	<i>Xanthomonas oryzae</i>	Menyerang pucuk batang padi
2	<i>Xanthomonas campestris</i>	Menyerang tanaman kubis
3	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Daun layu pada terung-terungan
4	<i>Erwinia amylovora</i>	Penyakit busuk pada buah-buahan
5	<i>Xanthomonas citri</i>	Nekrosis pada tanaman jeruk

C. Protista

a. Ciri Protista

- Tubuhnya umumnya uniseluler dengan organel sel sangat sederhana
- Memiliki selaput inti (eukariotik)
- Organel bermembran (endomembran)
- Habitat protista adalah di air tawar, laut dan di tempat basah atau sebagai parasit.

b. Protista Mirip Jamur

1. Ciri-ciri

- Struktur tubuh berbentuk seperti lendir (fase asimilatif).
- Bergerak seperti amoeba (fase plasmodium).
- Digolongkan menjadi dua jenis, yaitu *Oomycotina* (jamur air) dan *Myxomycotina* (jamur lendir).

2. Jenis-jenis Jamur Protista

a) *Oomycotina*

- Bersel banyak (*multiseluler*) dan berinti banyak.
- Dinding sel tersusun atas selulosa dengan hifa tidak bersekat.
- Memiliki habitat di air tawar dan darat.
- **Contoh:** *Phytophthora infestan* (parasit pada kentang), dan *Phytium* (penyebab penyakit busuk pada ke-cambah berbagai tanaman).

b) *Myxomycotina* (jamur lendir)

- Disebut jamur lendir karena tubuhnya memiliki massa berlendir yang menyebar dalam daur hidupnya yang disebut dengan *plasmodium*.
- *Myxomycotina* merupakan predator fagosit karena dapat memakan bakteri dan hama.
- Bersifat heterotrof dengan tahapan makan mirip amoeba (amoeboid).
- **Contoh:** *Dictyostelium discoideum*, *Dinoflagelata*.

c. Protista mirip tumbuhan (Alga)

Filum	Ciri umum	Contoh	Keterangan
Chlorophyta (alga hijau)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pigmen klorofil a dan b ▪ Bentuk unisel, benang, dan lembaran ▪ Dinding sel selulosa ▪ Reproduksi aseksual (membelah diri, fragmentasi, dan spora) seksual (isogami, anisogami, dan oogami) ▪ Habitat di perairan (air tawar dan air laut), ada pula yang bersimbiosis dengan <i>lichen</i> 	<i>Chlorella</i>	bersel sel, untuk PST
		<i>Chlamydomonas</i>	memiliki 2 flagel, kloroplas bentuk mangkuk
		<i>Spyrogyra</i>	filamen, kloroplas bentuk spiral, konjugasi
		<i>Ulva</i>	bentuk lembaran
		<i>Hydrodictyon</i>	bentuk filamen jala
Euglenophyta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pigmen dominan hijau (klorofil) ▪ Bentuk uniseluler, tanpa dinding sel ▪ Memiliki alat gerak flagel 	<i>Euglena viridis</i>	bersel satu, memiliki stigma, dan satu flagel
Phyrrrophyta/ Dinoflagellata (alga api)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pigmen klorofil, dinosantin, xantofil, dan fikobilin ▪ Dinding sel selulosa ▪ Memiliki 2 flagel ▪ Penyebab peristiwa "red tide" ▪ Reproduksi aseksual (membelah diri) 	<i>Noctiluca miliaris</i>	pendar bahari, menyebabkan warna merah di laut (<i>red tide</i>)
Chrysophyta (alga emas)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pigmen dominan xantofil (pigmen emas) ▪ Umumnya uniseluler ▪ Berkembang biak aseksual (membelah diri atau dengan membentuk spora) dan seksual (melalui penyatuan dua gamet) ▪ Hidup di tempat berair ▪ Memiliki epiteka dan hipoteka ▪ Peranan: bahan penggosok membentuk tanah diatomae 	<i>Navicula (Diatomae)</i>	tubuh terdiri atas dua bagian, yaitu kotak (hipoteka) dan tutup (epiteka)
		<i>Ochromonas</i>	uniseluler yang mempunyai dua flagela, satu panjang dan satu pendek
		<i>Pinnularia,</i>	mirip dengan diatome.
		<i>Vaucheria</i>	hidup berkoloni dalam filamen yang berbentuk tabung

Rhodophyta (alga Merah)	▪ Bentuk talus	<i>Eucheuma spinosum</i> ,	bahan baku agar-agar
	▪ Pigmen dominan fikoeritrin		
	▪ Hidup di air laut	<i>Gracillaria sp.</i>	di perairan negara yang agak dingin.
	▪ Reproduksi aseksual (spora) dan seksual (oogami)		
Phaeophyta (alga cokelat)	▪ Berfungsi sebagai bahan baku agar-agar	<i>Gelidium sp.</i>	agak rapuh di perairan dingin.
		<i>Turbinaria sp</i>	seperti pohon
	▪ Pigmen dominan fikosantin		ada gelembung udara sehingga mengambang di permukaan laut
	▪ Reproduksi aseksual (zoospora dan fragmentasi) dan seksual (oogami)	<i>Sargassum sp</i>	
	▪ Penghasil asam alginat bahan kosmetik	<i>Fucus sp</i>	terdapat di pantai perairan dingin yang berbatu-batu.

d. Protista mirip hewan (Protozoa)

Klasifikasi berdasarkan alat gerak yang dimiliki:

Kelas	Ciri	Contoh	Keterangan
Rhizopoda (Sarcodina)	▪ memiliki alat gerak berupa kaki semu (pseudopodia)	<i>Entamoeba histolytica</i>	disentri amuba
		<i>Entamoeba gingivalis</i>	radang gusi
	▪ memiliki vakuola makanan dan vakuola kontraktil	<i>Radiolaria</i>	bahan penggosok
	▪ hidup bebas dan parasit	<i>Foraminifera</i> (tanah globigerina)	petunjuk adanya minyak bumi
	▪ reproduksi secara aseksual dengan membelah diri		
Flagelata/ Mastigophora	▪ alat geraknya berupa flagel	<i>Trypanosoma gambiense</i>	penyebab penyakit tidur
	▪ bersel satu (uniseluler)	<i>Euglena viridis</i>	produsen dalam ekosistem perairan
	▪ kebanyakan hidup di air tawar	<i>Trichonympha</i>	membantu rayap dalam mencerna kayu
	▪ bersifat autotrof dan memakan zat organik berupa larutan	<i>Noctiluca miliaris</i>	menyebabkan laut tampak bercahaya pada malam hari
	▪ Reproduksi secara aseksual dengan membelah diri secara memanjang (vertikal)	<i>Tricomonas vaginalis</i>	menyebabkan peradangan pada vagina (<i>vaginitis</i>)

Sporozoa	▪ tidak memiliki alat gerak.	<i>Plasmodium falcifarum</i>	malaria tropika
	▪ Reproduksi secara aseksual dengan <i>schizogoni</i> atau <i>sporogoni</i> dan secara seksual dengan peleburan dua	<i>Plasmodium vivax</i>	malaria tertiana
		<i>Plasmodium malariae</i>	malaria kuartana
		<i>Plasmodium ovale</i>	malaria ovale tertiana (limfa)
Ciliata/ Infusoria	▪ alat gerak berupa silia	<i>Paramecium caudatum</i>	reproduksi secara aseksual
	▪ memiliki dua inti (makronukleus mikronukleus)	<i>Balantidium coli</i>	menyebabkan penyakit <i>balantidiosis</i> (disentri balantidium)
	▪ Reproduksi secara seksual dengan konjugasi dan aseksual dengan membelah diri	<i>Stentor</i>	berbentuk terompet

D. Fungi

a. Ciri-Ciri Fungi (Jamur)

1. Bersel banyak (*multiseluler*), tetapi ada sebagian kecil yang bersel tunggal.
2. Inti sel sudah memiliki membran inti (*eukariotik*).
3. Tidak memiliki klorofil dan bersifat heterotrof, baik secara parasit maupun saprofit.
4. Dinding sel tersusun atas zat kitin, glikan, dan manan.
5. Tubuh tersusun atas benang-benang halus yang disebut hifa.
6. Percabangan hifa membentuk jaringan miselium yang berfungsi untuk menyerap makanan.

7. Hidup di tempat yang kaya akan zat organik, lembap, dan kurang cahaya.
8. Reproduksi secara aseksual melalui pembelahan dan secara seksual melalui peleburan inti sel dari dua sel induk.
9. Tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati.

Cara Mendapat Nutrien

Jamur bersifat heterotrof, jamur menyerap zat organik dari lingkungan melalui hifa dan miseliumnya (pencernaan ekstrasel). Menyimpan makanan dalam bentuk glikogen. Jamur dapat bersifat parasit, saprofit, dan simbiosis.

b. Reproduksi

Reproduksi jamur dapat secara seksual dan aseksual

1. Reproduksi aseksual: membentuk spora
2. Reproduksi seksual: konjugasi (zigospora, askospora, basidiospora)

c. **Klasifikasi fungi**, secara filogenik, jamur diklasifikasikan menjadi empat kelas, yaitu:

Filum	Ciri	Contoh	Peranan
Zygomycota	<ul style="list-style-type: none"> ▪ multiseluler ▪ hifa senositik yang tidak bersekat, ▪ reproduksi aseksual (sporangium) dan seksual (peleburan gamet menghasilkan zigospora) 	<i>Rhizopus stolonifer</i>	tempe
		<i>Mucor mucedo</i>	pembusuk roti
Ascomycota	<ul style="list-style-type: none"> ▪ uniseluler dan multiseluler ▪ hifanya bersekat ▪ reproduksi aseksual (konidium, tunas, dan fragmentasi) dan reproduksi seksual (askospora) 	<i>Penicillium notatum</i> <i>Penicillium chrysogenum</i>	antibiotik
		<i>Penicillium camemberti</i> <i>Penicillium roqueforti</i>	keju
		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	bir, roti
		<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	wine
		<i>Neurospora crassa</i>	oncom
		<i>Aspergillus flavus</i>	racun aflatoksin
		<i>Aspergillus wentii</i>	kecap, tauco
		<i>Aspergillus oryzae</i>	tempe
		<i>Aspergillus niger</i>	asam sitrat
		<i>Aspergillus fumigatus</i>	produksi enzim amilase
		<i>Tricoderma reseei</i>	sumber potensial bagi enzim β -glukosidase
		<i>Candida albicans</i>	penyebab penyakit keputihan
Basidiomycota	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hifa bersekat dikariotik ▪ reproduksi aseksual (konidium) dan reproduksi seksual (pembelahan basidiospora) 	<i>Ganoderma sp,</i>	jamur kayu
		<i>Volvariella volvaceae</i>	jamur merang
		<i>Auricularia polytricha</i>	jamur kuping
		<i>Puccinia graminis</i>	parasit pada rumput
Deuteromycotna	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hifa bersekat membentuk konidia ▪ belum diketahui cara reproduksinya sehingga sering disebut <i>fungi imperfecti</i> (jamur tidak sempurna) 	<i>Tinea versicolo</i>	penyebab penyakit panu
		<i>Epidermophyton fluocosum</i>	penyakit pada kaki atlet
		<i>Microsporum sp</i> <i>Trichophyton sp</i>	kurap

d. Simbiosis Jamur

1. Mikoriza

- Merupakan hasil simbiosis antara fungi (*Ascomycota* atau *Basidiomycota*) yang disebut mikobion dengan alga biru atau alga hijau yang disebut fikobion.
- Tumbuh pada pohon, di tanah, batu karang.
- Berperan sebagai organisme perintis dan sensitif terhadap polusi udara.
- Bereproduksi aseksual dengan cara fragmentasi atau *soredium* (beberapa sel ganggang yang terbungkus oleh hifa jamur). Bereproduksi seksual dengan menghasilkan askospora atau basidiospora. **Contoh:** *Physcia*, *Parmelia*.

2. Lichenes (lumut kerak)

- Mikoriza merupakan bentuk simbiosis antara fungi dengan akar tanaman, yaitu tanaman pinus dan kacang-kacangan.
- Jamur yang membentuk mikoriza berasal dari golongan *Zygomycota*, *Ascomycota*, atau *Basidiomycota*.
- Terdapat dua jenis mikoriza, yaitu ektomikoriza yang terdapat pada akar pinus dan endomikoriza pada akar tanaman kacang-kacangan.
- Ektomikoriza memiliki hifa yang tidak dapat menembus ke dalam akar (korteks), tetapi hanya sampai pada lapisan epidermis.
- Endomikoriza memiliki hifa yang menembus akar sampai ke bagian korteks. Selain terdapat pada tanaman kacang-kacangan juga dapat hidup di akar anggrek dan sayuran, seperti kol.



1. Soal SNMPTN

Perhatikan tabel di bawah ini!

Jenis Jamur	Produksi	Peran bagi manusia
1. <i>Aspergillus</i>	A. alkohol	P. racun
2. <i>Saccharomyces</i>	B. aflatoksin	Q. antibodi
3. <i>Rhizopus</i>	C. sake	R. minuman

Dari tabel di atas yang menunjukkan hubungan yang benar antara jenis jamur, produksi, dan peranannya bagi manusia adalah

- (A) 1 – B – P
- (B) 2 – B – P
- (C) 1 – B – R
- (D) 2 – B – P
- (E) 2 – A – P

Pembahasan:

Pasangan yang tepat antara jenis jamur, produksi, dan peranannya bagi manusia adalah:

- *Aspergillus flavus* (1) – aflatoksin (B) – racun (P)
- *Saccharomyces cerevisiae* (2) – alkohol (A) – minuman (R)

Sedangkan *Rhizopus oryzae* digunakan untuk membuat tempe

Jawaban: A

2. Soal SNMPTN

Salah satu faktor yang mendorong evolusi virus adalah mutasi RNA.

SEBAB

Mutasi RNA virus bisa menyebabkan perubahan struktur DNA-nya.

Pembahasan:

- **Pernyataan benar:** Salah satu faktor yang mendorong evolusi virus adalah mutasi RNA. Materi genetik virus berupa DNA atau RNA sehingga mutasi RNA virus menjadi dasar mekanisme evolusi virus
- **Alasan benar:** mutasi RNA virus bisa menyebabkan perubahan struktur DNA-nya karena virus RNA dapat melakukan transkripsi balik menjadi DNA seperti retrovirus pada virus HIV.

Jawaban: B