

# KERAGAMAN PROKARIOT, PROTISTA, DAN CENDAWAN

## Topik Bahasan:

1. Keragaman, fungsi hayati, dan peranan prokariot
2. Keragaman, fungsi hayati, dan peranan protista
3. Keragaman, fungsi hayati, dan peranan cendawan

## Tujuan Instruksional Khusus:

Mahasiswa dapat menjelaskan keragaman dan fungsi hayati prokariot, protista, dan cendawan serta peranannya dalam kehidupan.

# PROKARIOT

Prokariot berperan dalam pembentukan kondisi bumi hingga sekarang.

Akumulasi  $O_2$  atmosfer berasal dari aktivitas fotosintesis sianobakter 2.5 milyar tahun yang lalu, sedangkan prokariot tertua hidup 3.5 milyar tahun yang lalu.



Lapisan sedimen sianobakter



**Gambaran bumi dengan hamparan prokariot pada awal kehidupan 3.5 milyar tahun lalu (Campbell *et al.* 2006)**

Prokariot ditemukan di berbagai lingkungan ekstrem dingin, panas, asam, atau basa yang tidak cocok bagi eukariot.

Prokariot secara evolusi dibedakan 2 domain : Arkaea dan Bakteri.

Arkaea adalah pioner untuk kehidupan.

Sekarang arkaea dijumpai di lingkungan ekstrem:

1. Kadar garam tinggi (ekstrem halofil)

Arkaea fotosintetik seperti : *Halobacterium halobium* - pigmen penangkap energi matahari → bakteriorodopsin, yang memberikan warna ungu, tidak berklorofil.

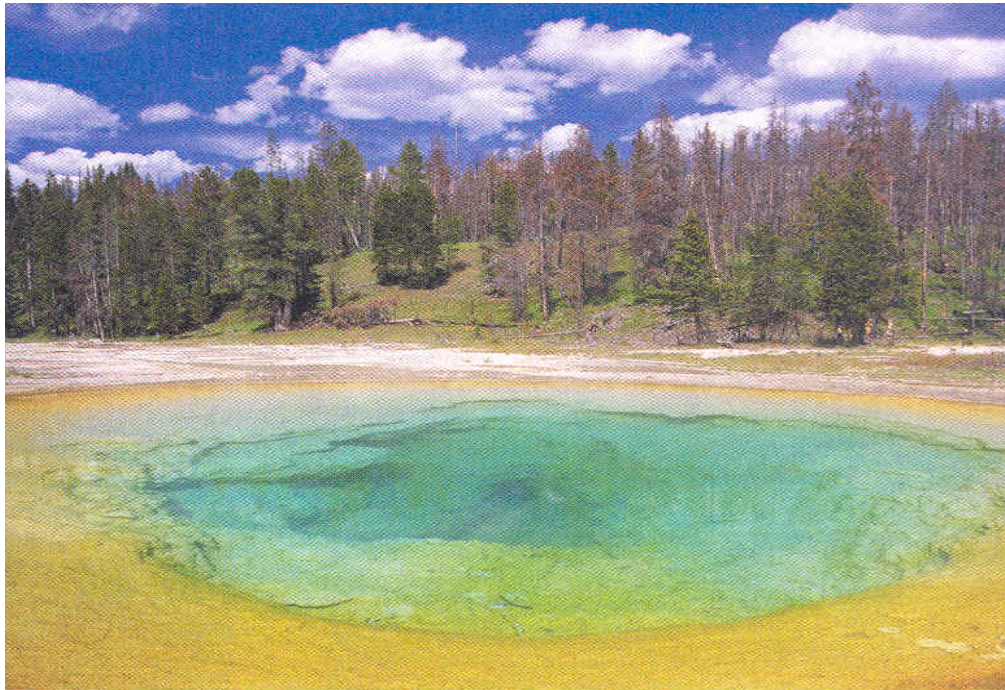


Warna ungu arkaea fotosintetik dalam tambak



2. Suhu tinggi (ekstremofil, hipertermofil), pH asam (asidofil), dan pH basa (alkalofil)

**Halofil termoasidofil**, contoh arkaea *Sulfolobus* - warna hijau pada sumber air panas, hidup suhu 80 °C dan pH 2, energi diperoleh dari mengoksidasi belerang.



**Habitat arkaea hipertermofil (Campbell *et al.* 2006)**

### 3. Lingkungan anaerob

Arkaea metanogen seperti *Methanobacterium* penghasil gas metan yang hidup anaerob.



**Rawa, salah satu habitat organisme penghasil gas metan (Biggs et al. 1998).**

# Perbedaan antara bakteri dan arkaea

	Bakteri	Arkaea
Peptidoglikan	ada	tidak ada
Lipid membran	rantai C tidak bercabang	rantai C bercabang
Kepekaan antibiotik tertentu	dihambat	tidak dihambat
Sekuen rRNA	unik	beberapa sama dengan eukariot
RNA polimerase	kecil dan sederhana	kompleks, mirip eukariot
Intron	tidak ada	ada pada gen tertentu

# Bagaimana prokariot memperoleh nutrisi?

Tipe nutrisi	Sumber energi	Sumber karbon
Fotoautotrof (Fotosintetik)	Cahaya matahari	CO <sub>2</sub>
Kemoautotrof	Senyawa anorganik (H <sub>2</sub> S, S, Fe)	CO <sub>2</sub>
Fotoheterotrof	Cahaya matahari	Organik
Kemoheterotrof	Senyawa organik	Organik

Sebagian besar prokariot bersifat kemoheterotrof, contoh *Escherichia coli*.

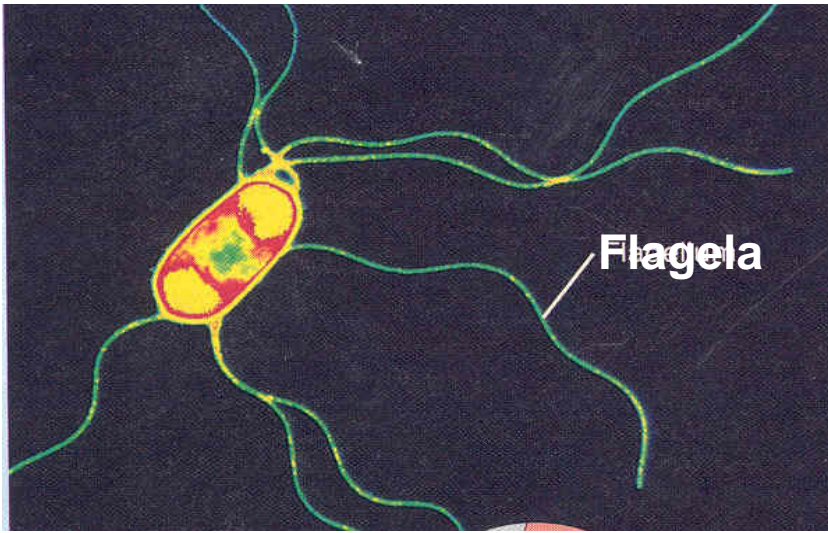
Bakteri fotoautotrof contoh: sianobakter, bakteri fotosintetik ungu, bakteri fotosintetik hijau.



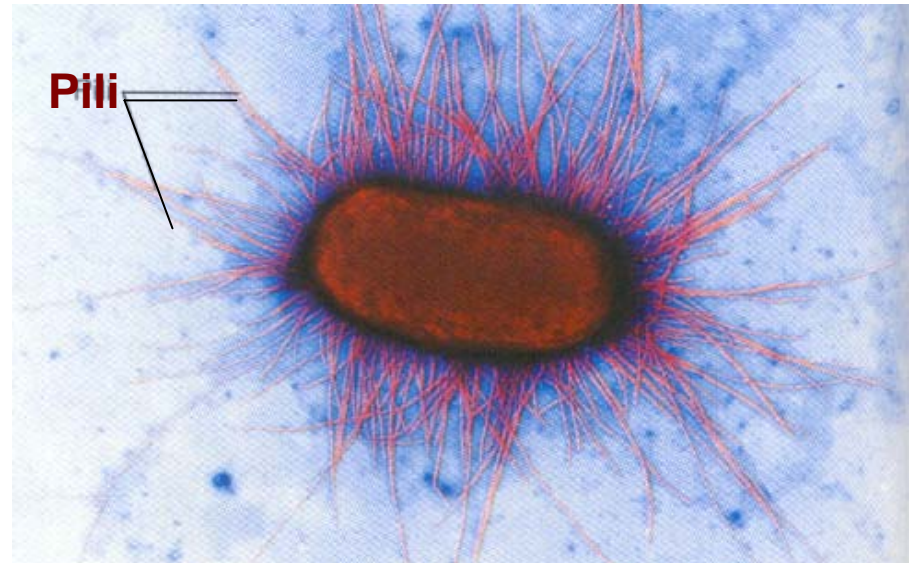




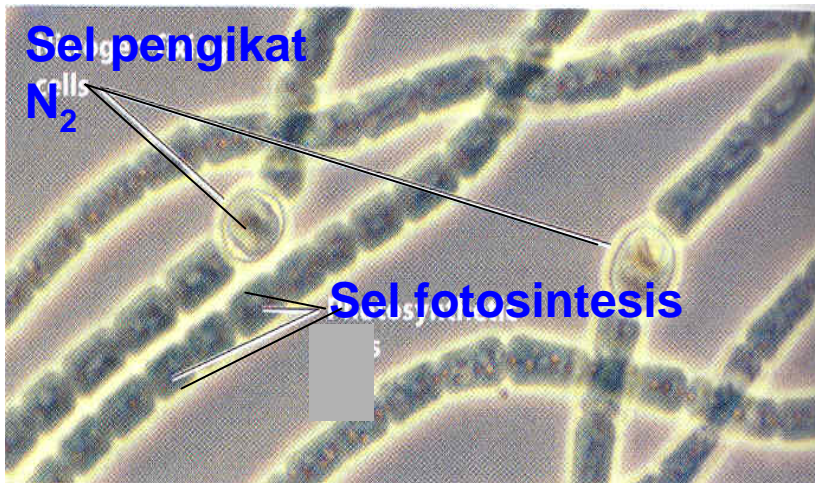
# Keragaman struktur prokariot membantu bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan



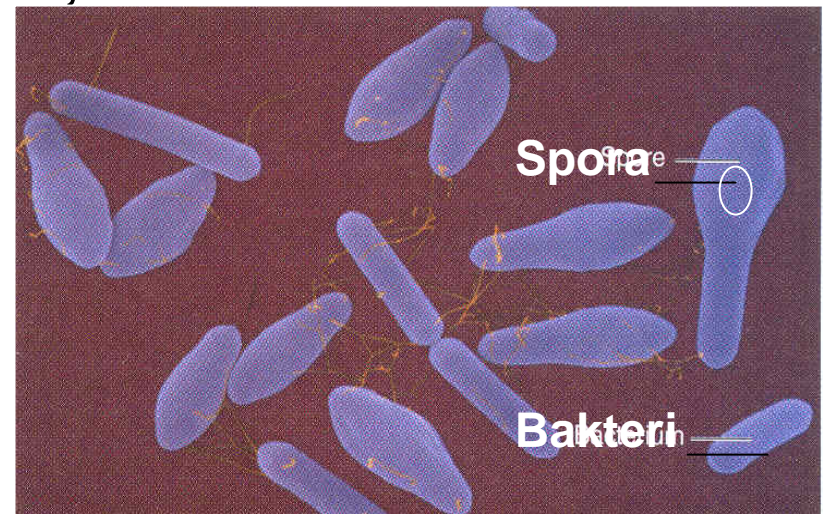
Flagela ,contoh *Pseudomonas*



Pili, contoh: *Escherichia coli*



Filamen, contoh: *Anabaena*



Endospora, contoh *Clostridium botulinum*



# Peranan mikrob dalam kehidupan manusia:

1. **Ekologi (lingkungan):** sebagai dekomposer dalam membersihkan lingkungan tercemar (**bioremediasi**).



Penyemprotan pupuk (N & P)

*Pseudomonas* menguraikan tumpahan minyak yang digunakan sebagai sumber C dan energi.



*Thiobacillus* digunakan untuk mengekstraksi tembaga dan logam lain di tambang.

2. **Industri:** menghasilkan berbagai produk makanan (Nata) minuman (yoghurt, probiotik), enzim, antibiotika, dan obat
3. **Pertanian,** contoh: simbiosis antara bakteri penambat nitrogen (*Rhizobium*) dengan legum (kedelai) meningkatkan kesuburan tanah



**Bintil akar kedelai (a) mengandung *Rhizobium* (b)**

**(Biggs *et al.* 1998)**

*Rhizobium*: nitrogen → amonia (sumber N) bagi kedelai.  
Kedelai menyediakan gula bagi *Rhizobium*.

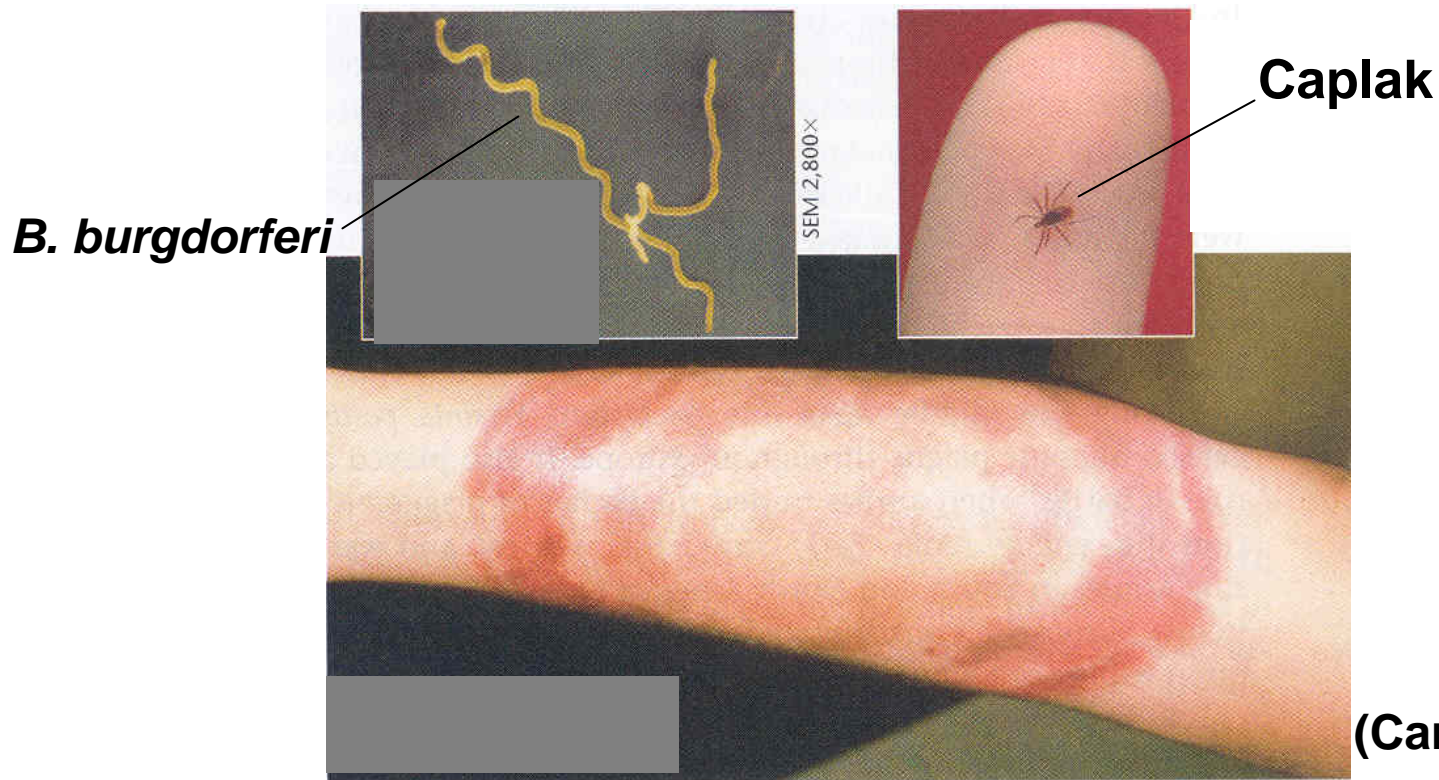


### 3. Kesehatan

Bakteri tertentu yang biasa hidup pada organ manusia atau hewan disebut **mikroflora (flora normal)** berperan:

- a. menyediakan senyawa kimia yang tidak disintesis tubuh seperti vitamin (B, E, K) dan asam lemak, contoh: *E. coli* yang tumbuh subur di usus besar
- b. melindungi dari bakteri patogen, contoh *Lactobacillus* mempertahankan pH asam di vagina dan mencegah pertumbuhan mikrob penginfeksi.

# Mikrob yang merugikan



(Campbell *et al.* 2006)

Penyakit Lyme disebabkan oleh bakteri jenis spiroket *Borrelia burgdorferi* yang dibawa oleh akarina (caplak).

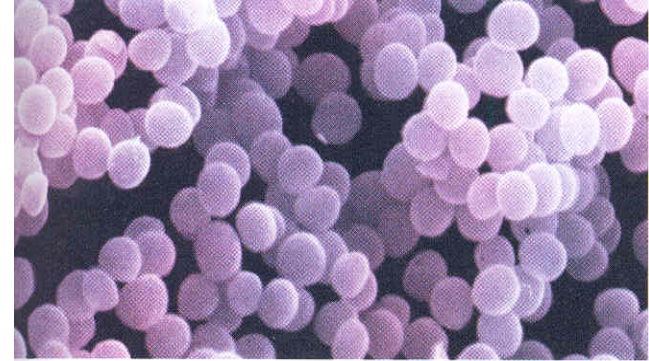
Bakteri patogen (penyebab penyakit) sebagian besar mengeluarkan **racun** atau **toksin**:

**Eksotoksin:** protein toksik dikeluarkan sel bakteri, contoh:



*Clostridium botulinum*

**Misal dalam makanan kaleng yang kadaluwarsa, penyebab kematian**



*Staphylococcus aureus*

**Penyebab luka di kulit, atau diare pada makanan tercemar**

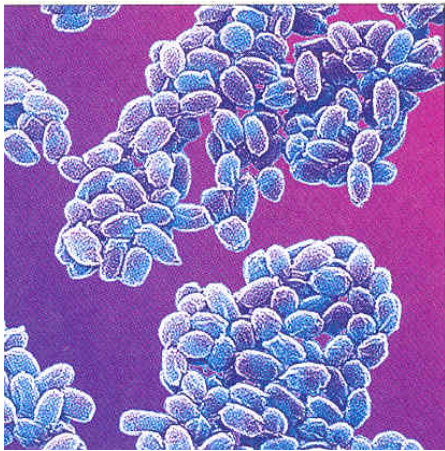
**Endotoksin:** komponen membran luar (misal: lipopolisakarida) bakteri gram negatif, contoh: *Salmonella*, penyebab demam tifoid. Gejala: demam, tekanan darah turun drastis.



## Pemanfaatan mikrob yang lain: **Senjata Biologi** (*Bioweapons*)

Senjata biologi menggunakan patogen → lebih 'murah' dalam produksi, mudah disebarkan, dan 'ampuh'.

*Bacillus anthracis* penyebab **antraks** dikirimkan dalam amplop ke Senat di USA (2001)



**Spora antraks**



**Pembersihan dari spora antraks**

**Botulism** disebabkan *Clostridium botulinum*, spora terhirup melalui saluran nafas.



# PROTISTA

Eukariot sederhana dan menjadi nenek moyang bagi eukariot lainnya (tumbuhan, hewan, atau fungi).

Sel: uniseluler (sebagian besar) dan multiseluler. Anggota protista: protozoa, alga, kapang lendir: seluler & plasmodial.

## Protozoa

Mencerna makanan, heterotrof, perkembangan evolusi ke arah hewan. Kelompok protozoa:

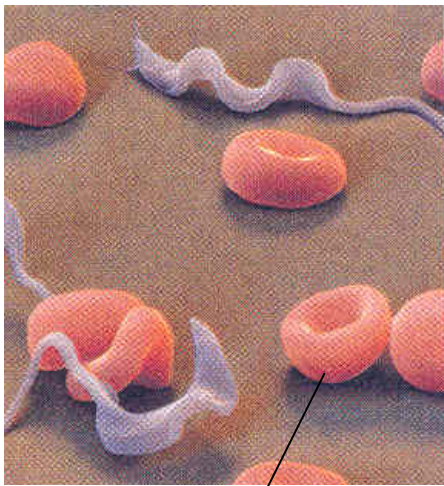
**Amuba:** lentur, bentuk tidak tetap, pseudopodia



*Amoeba proteus*

**Flagelata:** flagela >1, sebagian besar nonparasit, kecuali *Trypanosoma* hidup dalam aliran darah. *T. gambiense* dan *T. rhodesiense* penyebab penyakit tidur di Afrika.

*Giardia lamblia* penyebab *giardiasis* (diare) disebarkan melalui air. Kistanya tahan terhadap klorin.



**Sel darah merah**  
*Trypanosoma*



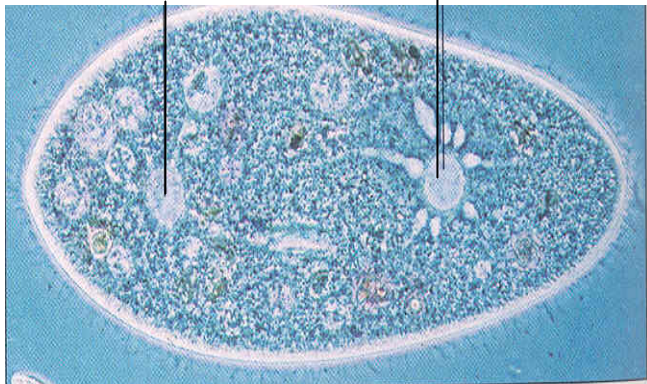
***Giardia lamblia*,**  
**dalam usus manusia**

**(Mader 2004)**

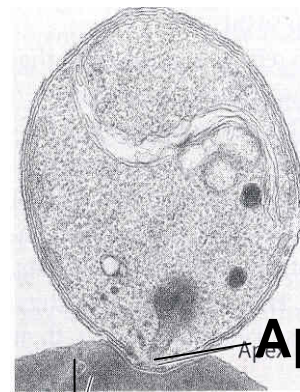
**Siliata:** bersilia contoh: *Paramecium* memiliki makronukleus, mikronukleus, dan vakuola kontraktil

**Apikompleksan:** *Plasmodium*-penyakit malaria-nyamuk sebagai vektor

### Vakuola kontraktil



*Paramecium*



Sel darah merah

*Plasmodium*

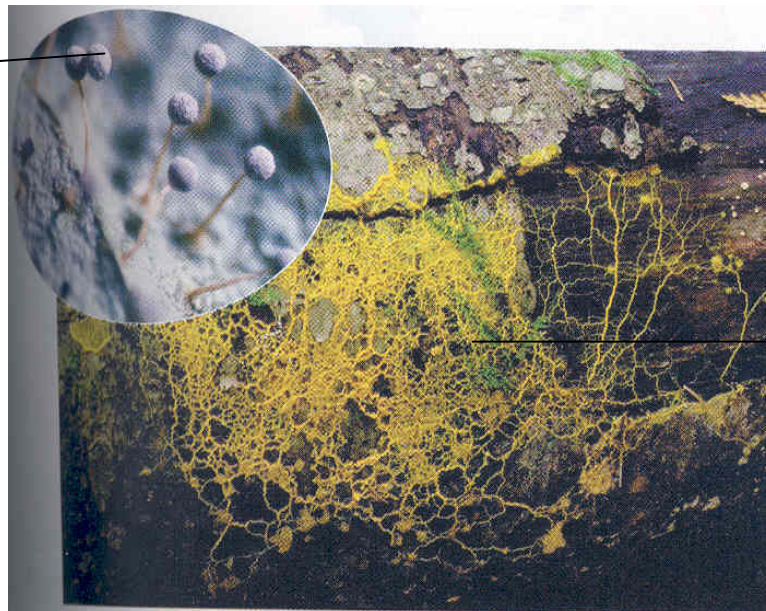
# Kapang Lendir

## Kapang lendir plasmodial

Bentuk plasmodium: bukan multiseluler, tetapi banyak nukleus dalam satu massa sitoplasma (sel), makan dengan cara fagositosis. Berpigmen, hidup pada kayu mati.

Kondisi kurang air atau makanan, plasmodium membentuk struktur reproduktif yang menghasilkan spora.

**Struktur  
reproduktif**



**plasmodium**

*Physarum*

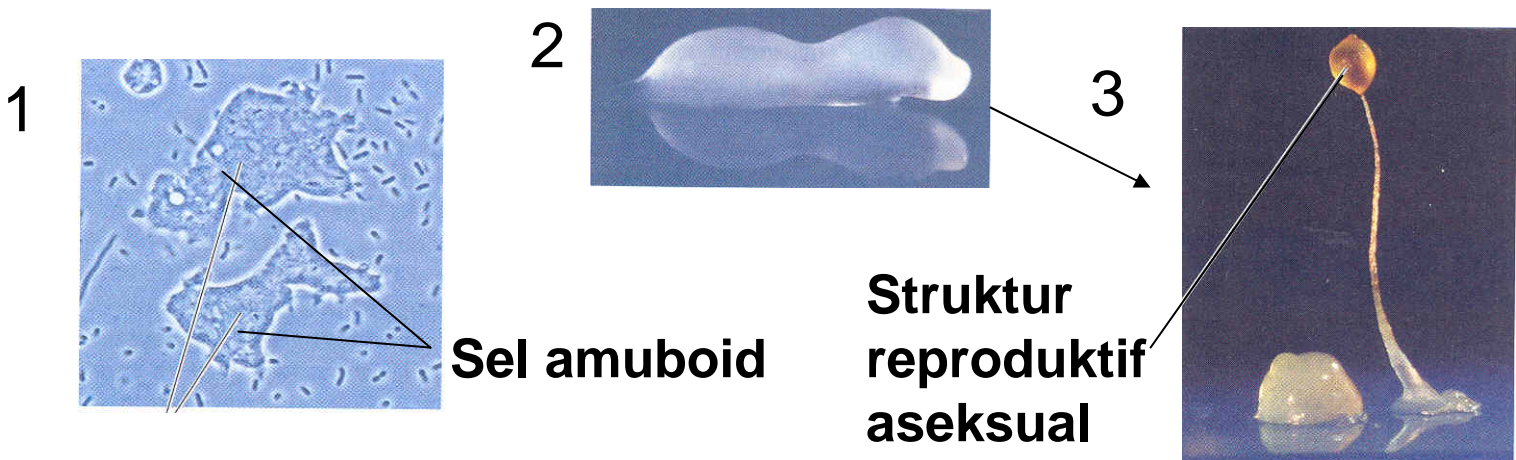


# Kapang Lendir Seluler

Menghancurkan kayu dan bahan organik.

Tiga tahap siklus kehidupan *Dictyostelium*:

1. Sel amuboid, soliter
2. Jika kurang makanan sel amuboid bergabung (*Slug-like aggregate*)
3. Struktur reproduktif aseksual (mengering)



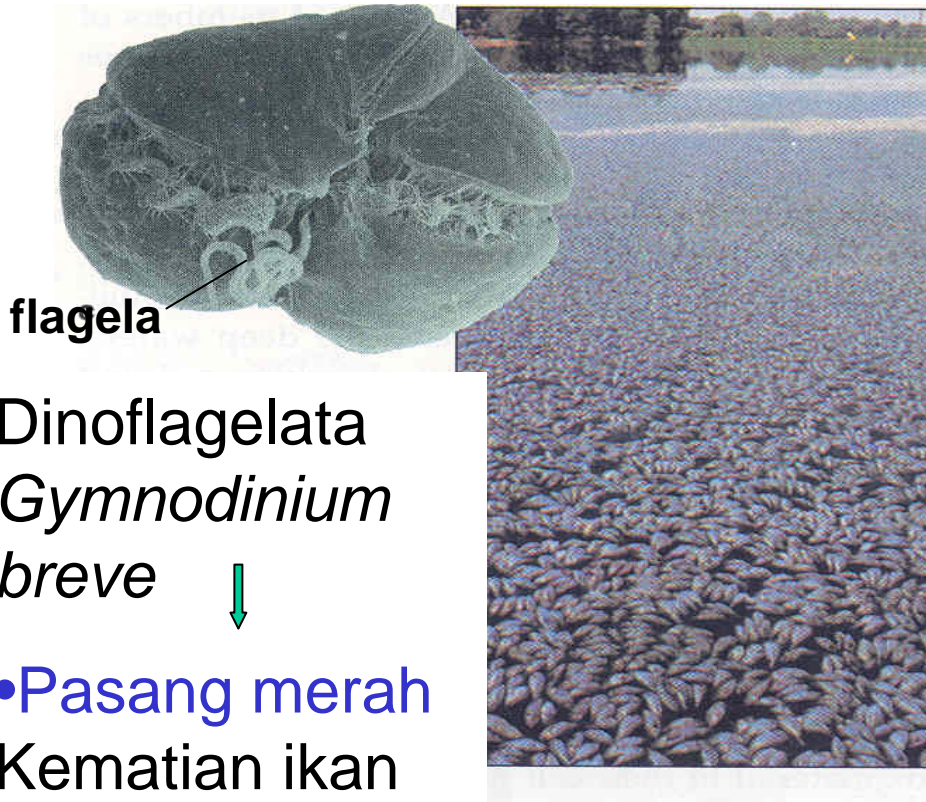
*Dictyostelium*, model untuk mempelajari mekanisme genetik dan perubahan kimia saat diferensiasi seluler.

# Alga/Ganggang : Protista fotosintetik

Berklorofil, uniseluler atau multiseluler

**Dinoflagelata**: uniseluler, fitoplankton perairan, biflagel, selulosa, sebagian kemoheterotrof atau kemoautotrof.

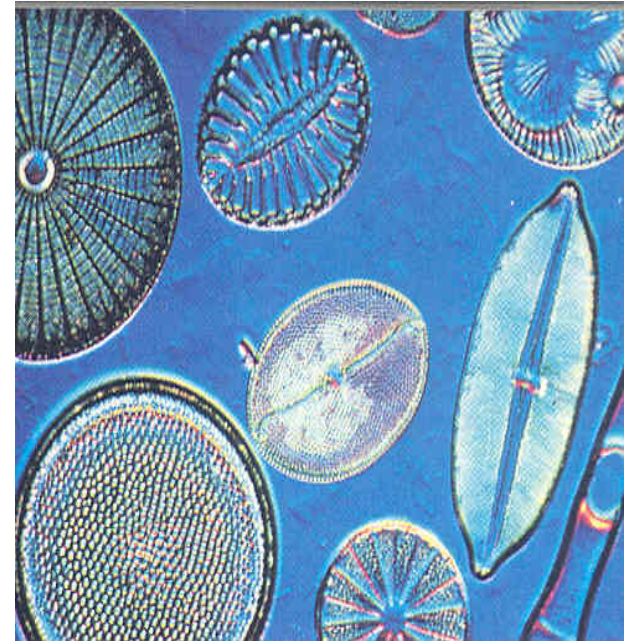
**Diatom**: uniseluler, bersilika, cadangan makanan: minyak



flagela

Dinoflagelata  
*Gymnodinium  
breve* ↓

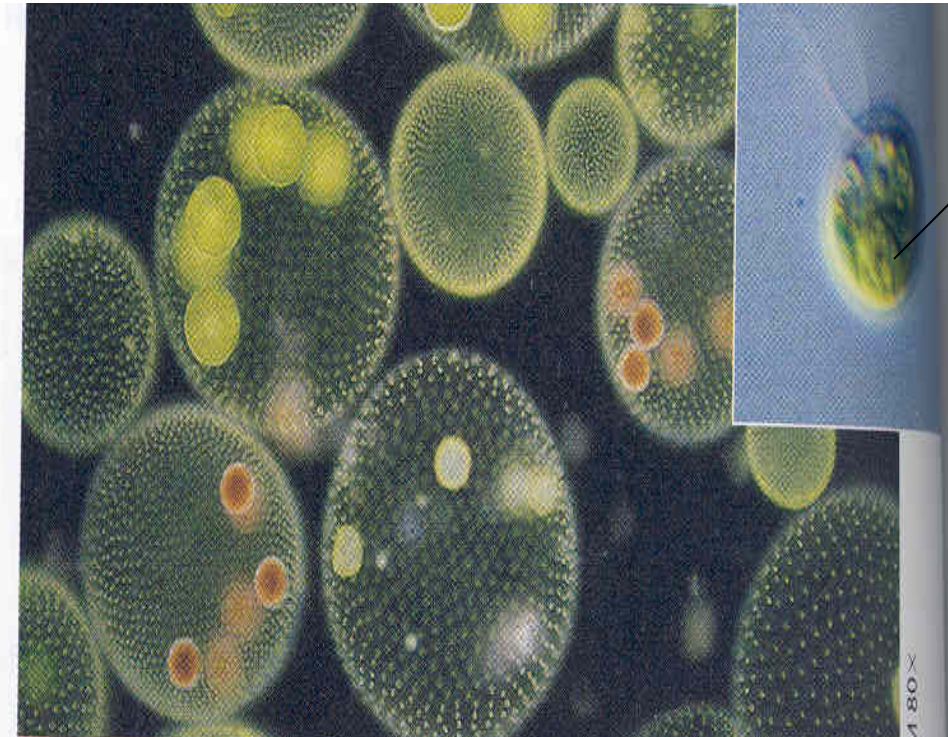
• **Pasang merah**  
Kematian ikan  
akibat toksin



**Diatom: produsen**  
dalam rantai makanan  
di perairan



## Alga hijau



*Chlamydomonas*  
uniseluler, biflagel,  
selulosa

*Volvox*: biflagel, koloni sel

Alga hijau memiliki klorofil a dan b, serta karotenoid.  
Cadangan makanan: pati.

Sebagian besar dinding sel berupa selulosa seperti tumbuhan darat.

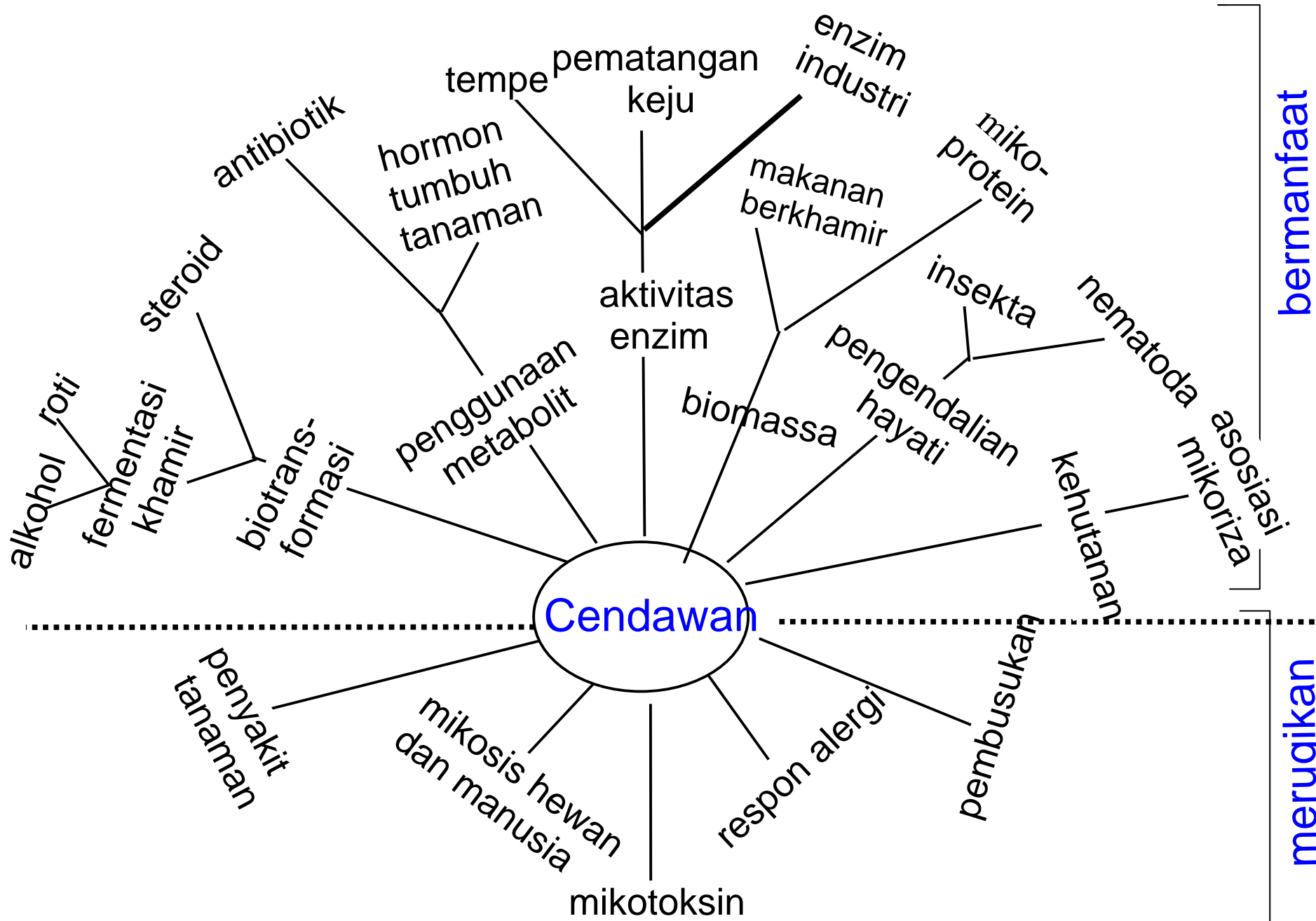


# Cendawan (Khamir, Kapang, Jamur)

Istilah cendawan (*fungi*) mencakup:

- khamir (*yeast*) → uniseluler
  - kapang (*mold*) → multisel
  - jamur (*mushroom*) → multisel dan makroskopi
- } mikroskopi

# Peranan Cendawan (Alexopoulos *et al.* 1996)



# Apakah yang disebut cendawan

Cendawan: 1. eukariot heterotrof

anggotanya tersebar dalam 3 kingdom:

- ☞ cendawan sejati (dalam kingdom Fungi),
- ☞ cendawan semu (dalam kingdom Chromista), dan
- ☞ cendawan protozoa (dalam kingdom Protoctista)

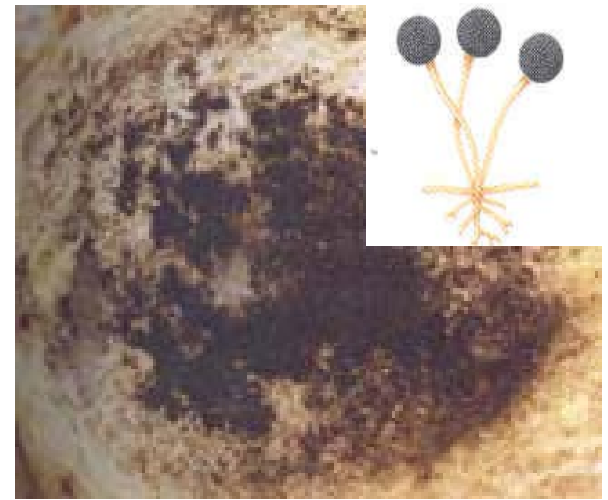
Contoh cendawan sejati:



Jamur *Amanita*



Jamur *Morchella*



Kapang *Rhizopus*  
tumbuh pada roti

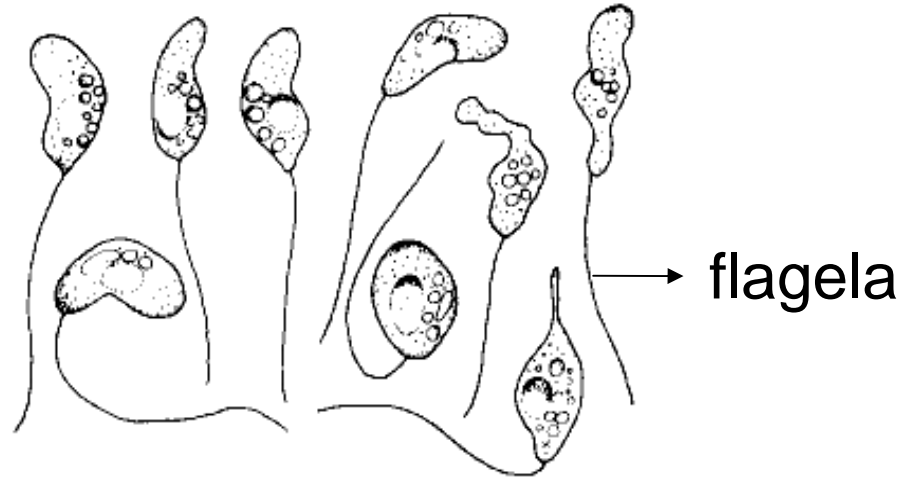


## Contoh cendawan semu

lanjutan contoh cendawan

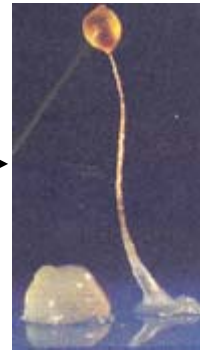


Massa kapang air tumbuh pada serangga

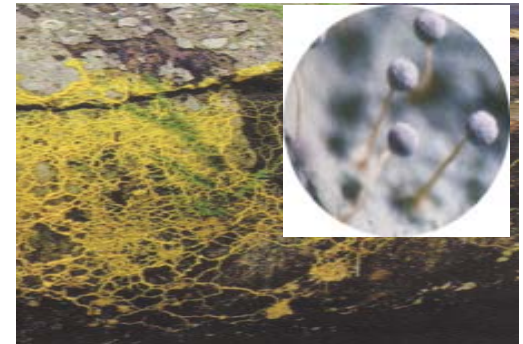


Mikroskopi spora (zoospora) kapang air

## Contoh cendawan protozoa:



kapang lendir



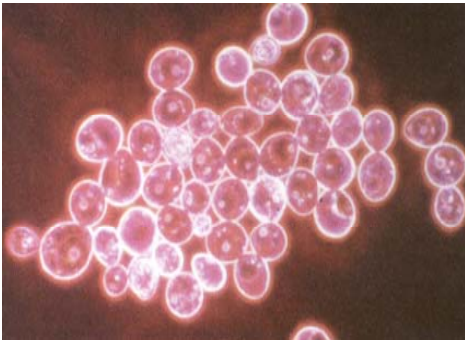
kapang plasmodium

# Apakah yang disebut cendawan

---

Cendawan: 2. struktur somatik (soma=tubuh) umumnya haploid dan dapat berbentuk:

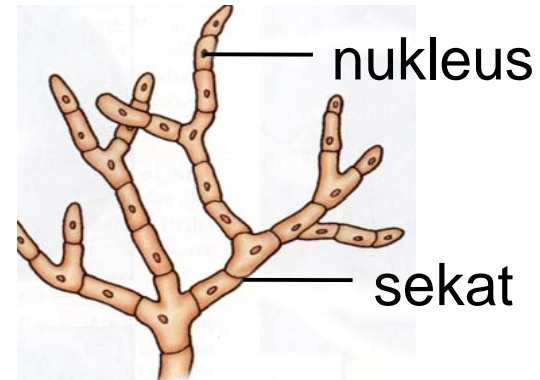
- a. sel tunggal (unisel) ← dimiliki oleh khamir, contoh *Saccharomyces*



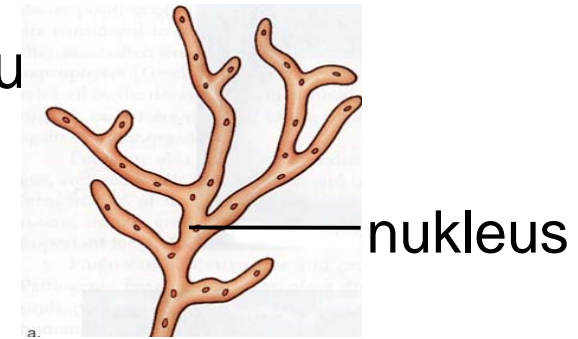
unisel, sebagai struktur somatik dan reproduksi

- b. multisel, biasa disebut hifa ← dimiliki cendawan sejati dan semu

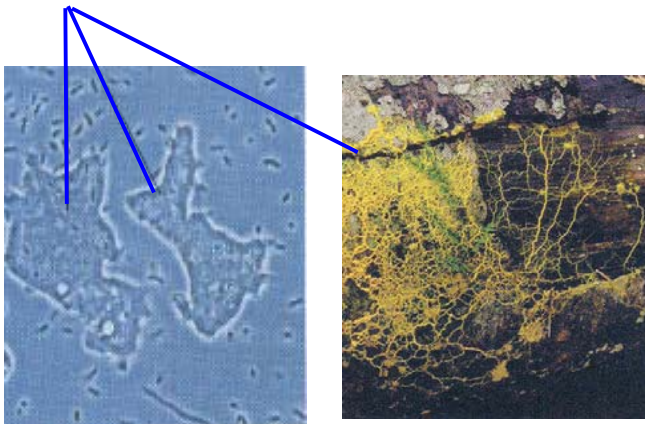
Hifa → sekat: dimiliki cendawan sejati



tidak bersekat: dimiliki cendawan semu dan sebagian kecil cendawan sejati



c. sel amuboid → dimiliki anggota cendawan protozoa  
sel amuboid



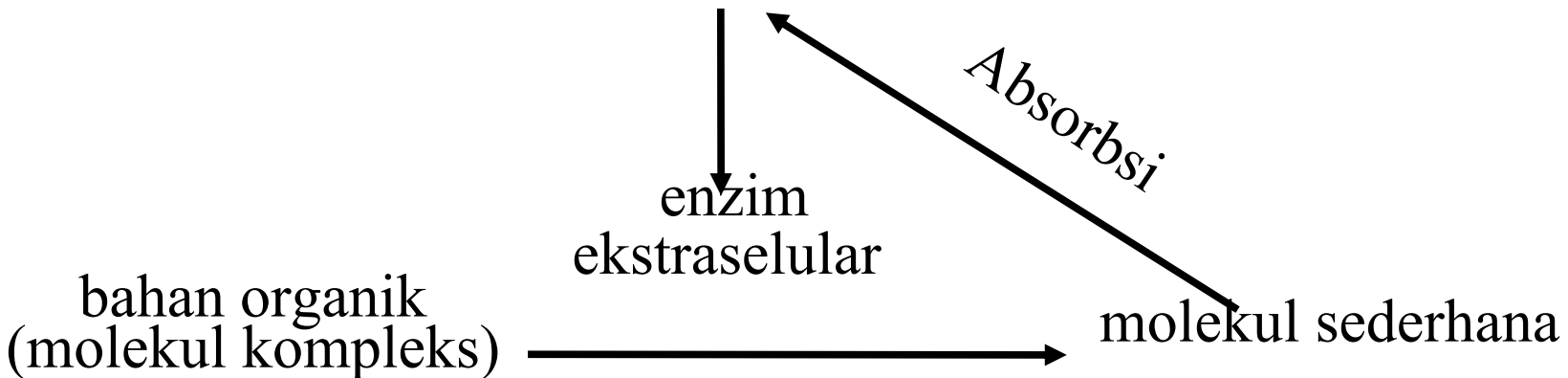


# Apakah yang disebut cendawan

- Cendawan: 3. tidak memiliki klorofil, heterotrofik  
4. absorpsi nutrisi melalui dinding sel hifa



Contoh: miselium (kumpulan hifa pada serasah)



# Apakah yang disebut cendawan

---

5. struktur reproduksi: spora seksual dan atau aseksual, dengan cara pembentukan yang amat beragam

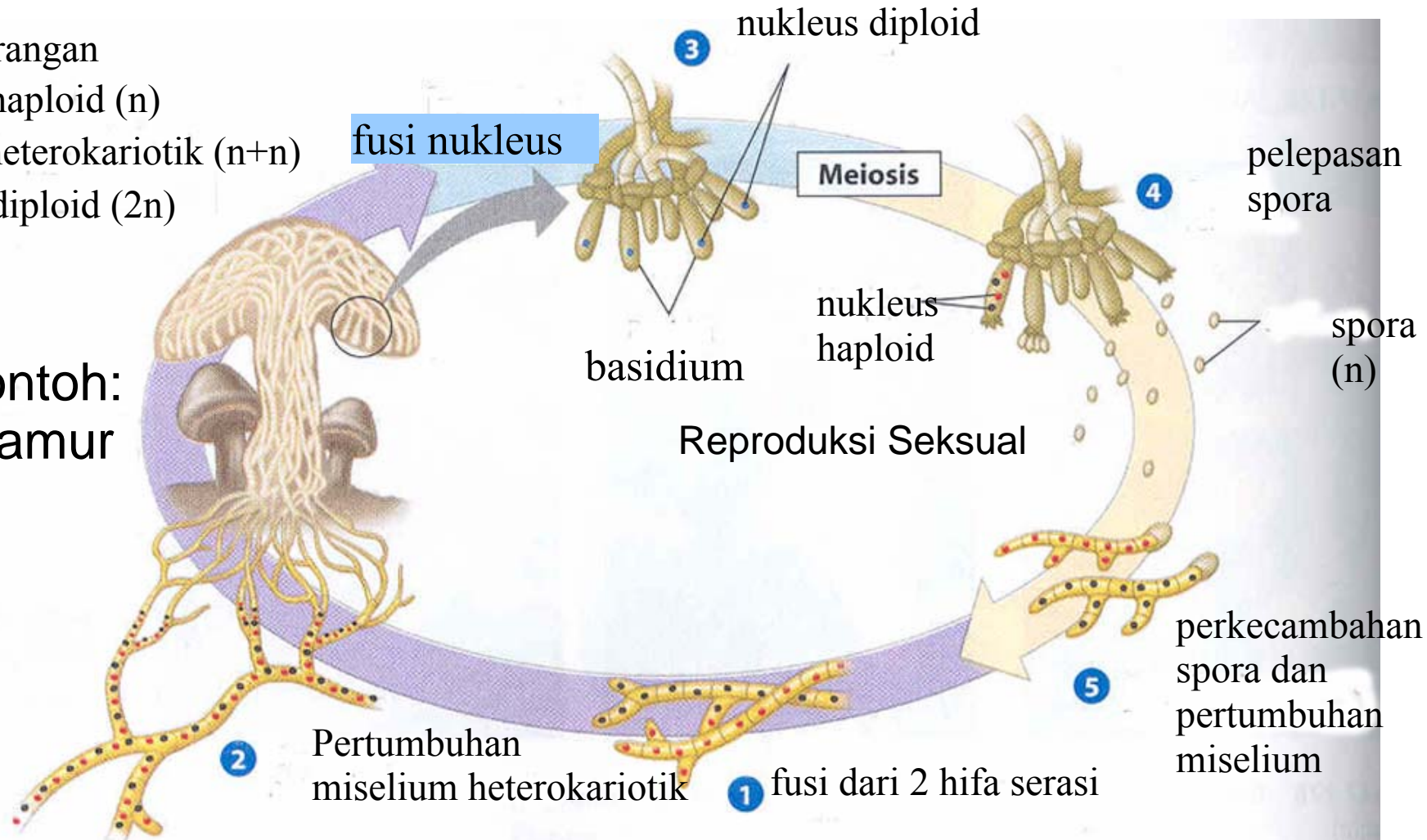
# Siklus hidup cendawan

Kelompok cendawan berbeda memiliki siklus hidup dan bentuk struktur reproduksi yang berbeda

keterangan

- haploid (n)
- heterokariotik (n+n)
- diploid (2n)

Contoh:  
Jamur



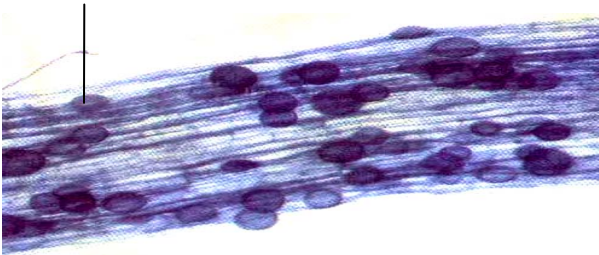


# Cara hidup cendawan

- ⚡ hidup simbiosis
- mutualis contoh: - pembentuk mikoriza  
- pembentuk liken
  - antagonis (parasit),  
contoh - penyebab penyakit  
- predator

## Contoh: simbiosis mutualis

vesikel  
cendawan



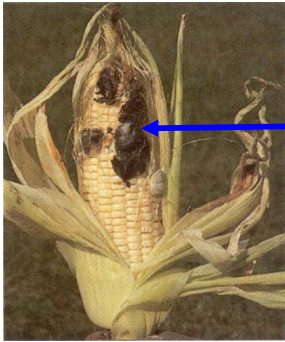
**Mikroskopi akar tanaman hortikultura berendomikoriza**



**Makroskopi liken tumbuh di permukaan batuan**

# Cara hidup cendawan

Contoh: simbiosis antagonis (parasit)



Massa spora  
cendawan keluar  
dari bulir jagung  
pecah

Penyakit gosong di  
tongkol jagung oleh  
*Ustilago maydis*



Patogen:  
*Cercospora apii*



Kapang predator  
nematoda

✦ hidup bebas (saprob), contoh: cendawan dekomposer



Jamur tumbuh pada kayu mati



Kapang *Pilobolus* tumbuh pada kotoran hewan



# Penyebaran cendawan dan kolonisasi substrat

---

☺ Struktur reproduktif ataupun somatik menyebar ke substrat baru melalui angin, air, peralatan, ataupun berbagai organisme  
→

**Spora berkecambah menghasilkan hifa**

Jika: lingkungan mendukung, seperti lembap, dan tersedia gula sederhana, serta tersedia energi (glikogen) pada spora  
→

**Pertumbuhan hifa menjadi miselium**

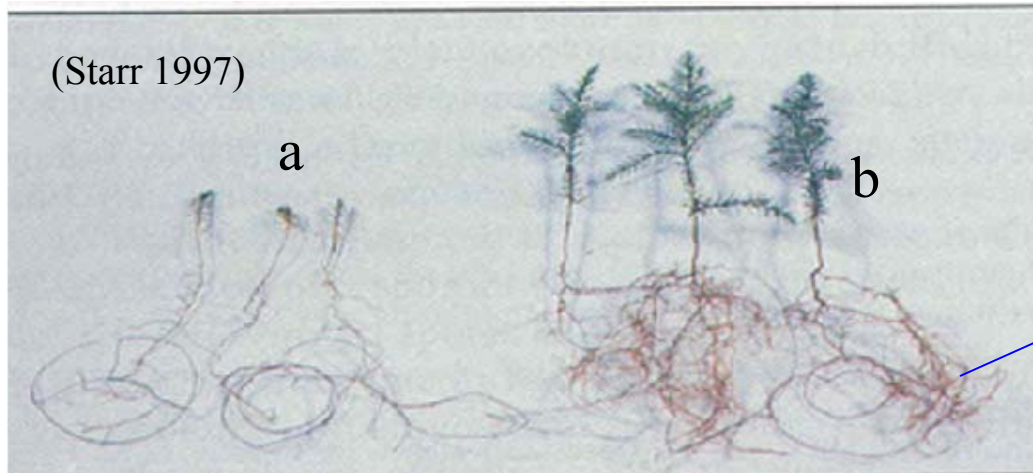
Jika: kondisi mendukung, seperti lembap, dan hifa mampu produksi enzim ekstraselular yang sesuai untuk perombakan substrat →

☺ **Pemanfaatan substrat**

- saprotrof : eksploitasi habis untuk pembentukan spora
- biotrof : eksploitasi perlahan dengan membentuk hubungan langgeng, namun bila kondisi buruk maka akan melakukan pembentukan spora

# Beberapa contoh potensi cendawan

1.

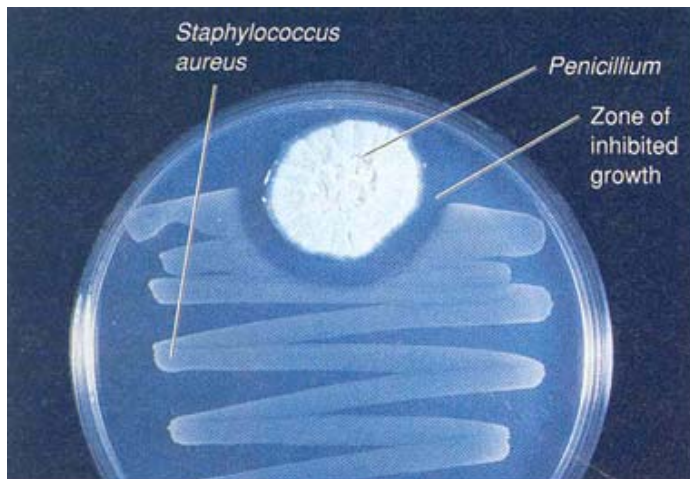


Pertumbuhan Pinus: a. tidak bermikoriza, b. bermikoriza



**Makroskopi akar tanaman berektomikoriza (perca-  
(bangan akar dikotomi dan rambut akar  
diselimuti hifa cendawan)**

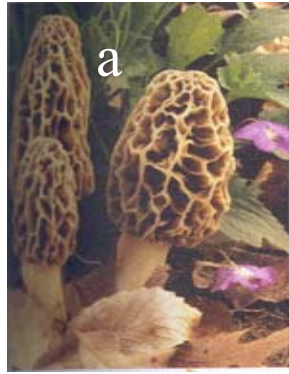
2.



*Penicillium* menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*

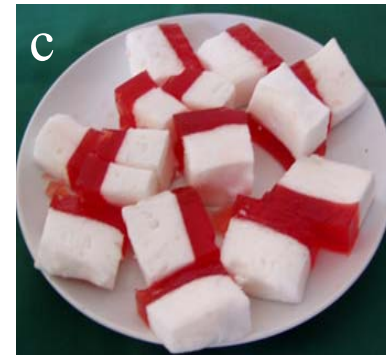
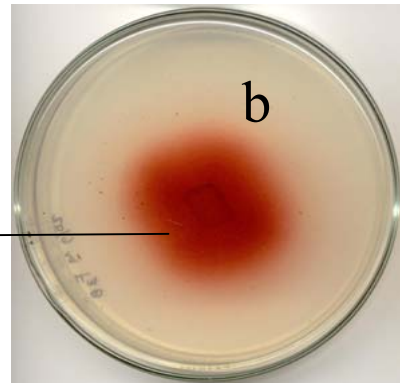
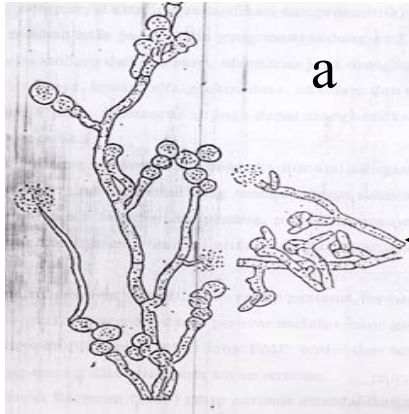
# Beberapa contoh potensi cendawan

3.



Jamur budidaya: a. *Morchella*      b. *Pleurotus*,      c. *Ganoderma*

4.



Penghasil pigmen merah: a. Mikroskopi *Monascus*  
b. *Monascus* tumbuh pada media cawan  
c. Agar-agar diwarnai dengan pigmen merah *Monascus*