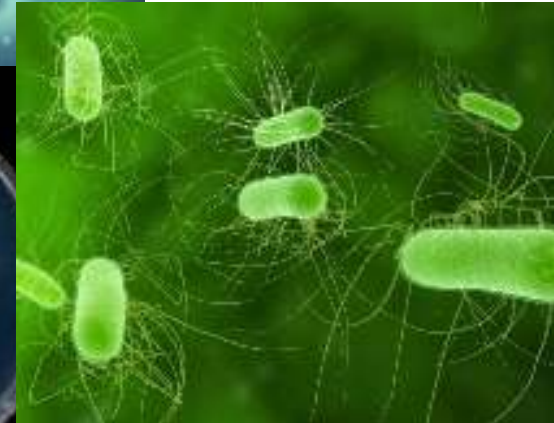
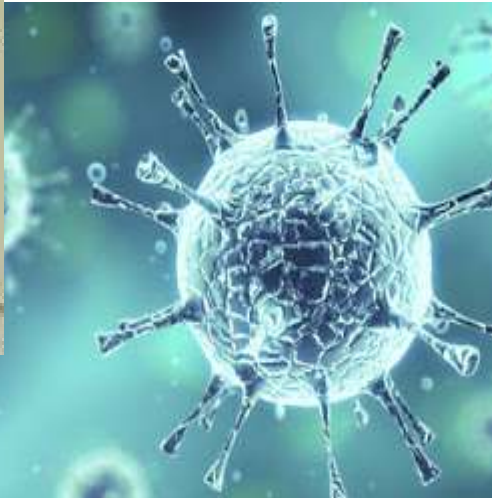


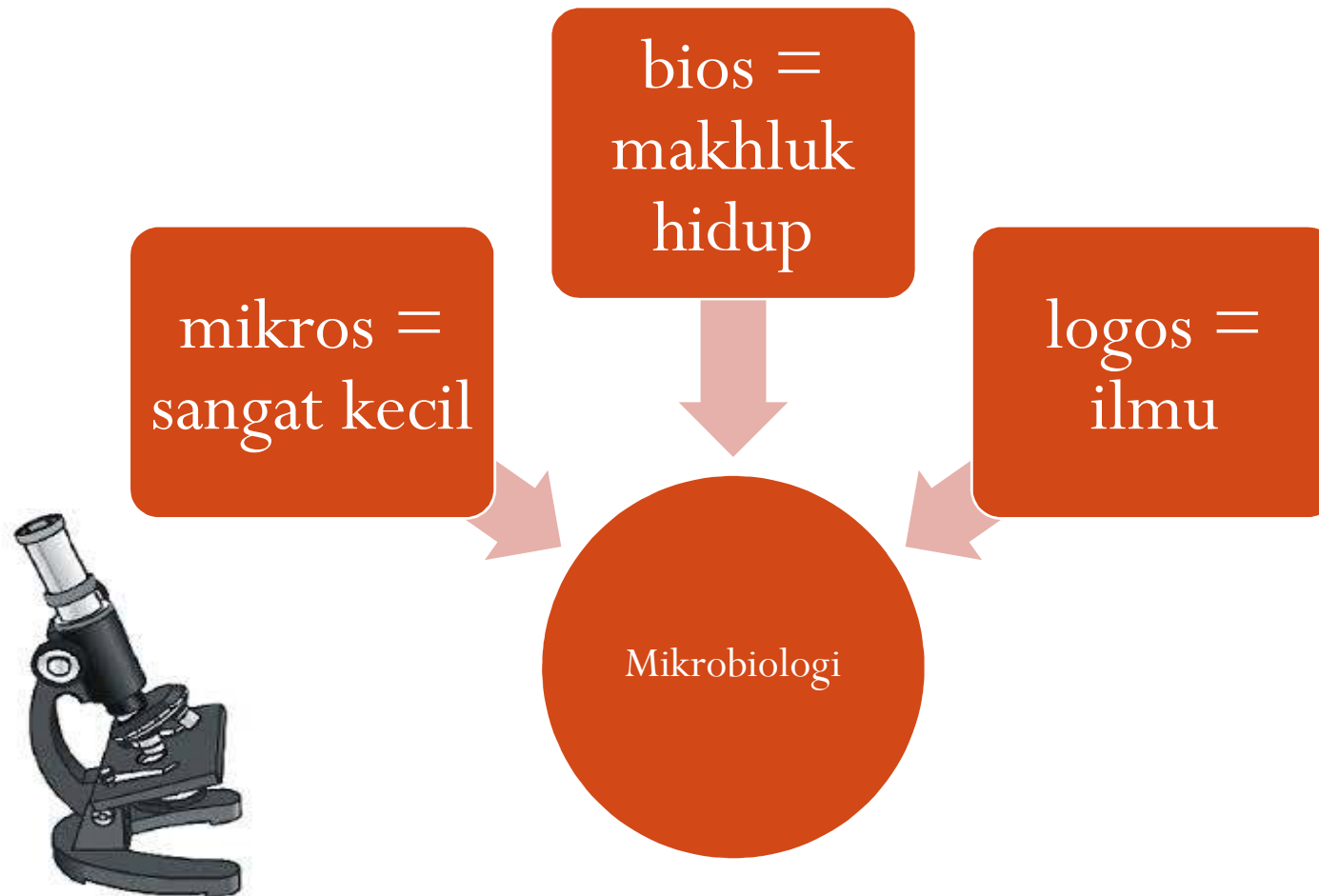
# MIKROBIOLOGI PERTANIAN



# Pengertian, Ruang Lingkup, Sejarah dan Peranan Mikrobiologi



# Apa itu Mikrobiologi ???

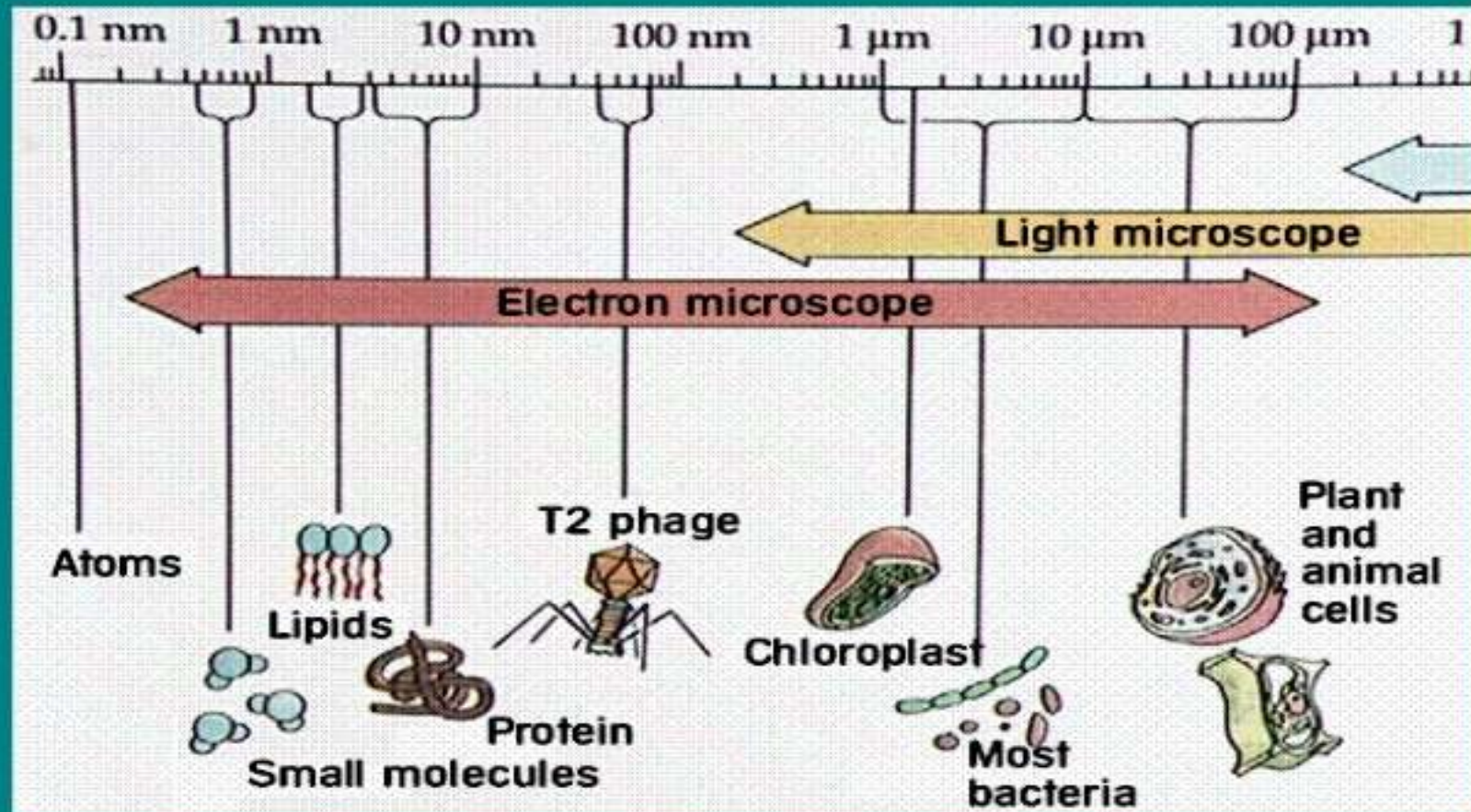


- **Mikrobiologi Pertanian → cabang mikrobiologi yang mempelajari peranan mikrobia (menguntungkan dan merugikan) pada produksi pertanian**



# UKURAN MIKROORGANISME

Satuan  $\mu\text{m}$  ;  $1\mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm} = 0,001 \text{ mm}$



➤ **Mikrobiologi → dasar dan aplikasi**

1. **dasar → mempelajari proses hidup (sel mikroba memiliki kesamaan karakter biokimia dengan multisel)**
2. **aplikasi → berperanan pada bidang kedokteran, pertanian dan industri**

➤ **Mikrobiologi dibedakan menjadi beberapa sub disiplin :**

**1. Orientasi Taksonomi**

a. **Virologi : struktur, susunan dan klasifikasi virus**

b. **Bakteriologi : struktur, susunan, dan klasifikasi bakteri**

c. **Mikologi : struktur, susunan, dan klasifikasi jamur**



- d. Fikologi : struktur, susunan dan klasifikasi  
ganggang/ alga**
- e. Protozoologi : struktur, susunan dan  
klasifikasi protozoa**
- f. Nematologi : struktur, susunan dan  
klasifikasi nematoda**

## **2. Orientasi Habitat**

**a. mikrobiologi air : kehidupan dan peranan mikroba dalam air**

**b. mikrobiologi tanah : kehidupan dan peranan mikroba dalam tanah**

**c. mikrobiologi laut : kehidupan mikroba yang hidup dalam habitat air laut**

### 3. Orientasi Problema

- a. ekologi mikroba : mempelajari tentang timbal balik antara mikroba dan lingkungan hidupnya
- b. mikrobiologi patogenik → mikroba yang dapat menimbulkan penyakit
- c. mikrobiologi pertanian → peranan mikroba dalam bidang pertanian

**d. mikrobiologi industri → mikroba yang  
berperan dalam bidang industri**

**e. mikrobiologi geologi → struktur, sifat dan  
peranan mikroba dalam bidang geologi**

# Perkembangan Klasifikasi Makhluk Hidup

## Sistem Dua Kingdom

- Dikemukakan oleh Aristoteles

- Dibagi menjadi 2 kingdom

1. Kingdom Plantae (Dunia Tumbuhan)

Ciri-ciri : memiliki dinding sel, berklorofil, mampu berfotosintesis

2. Kingdom Animalia (Dunia Hewan)

Ciri-ciri : tidak memiliki dinding sel, tidak berklorofil, mampu bergerak bebas



# Diagram of Two kingdom classification system



# Perkembangan Klasifikasi Makhluk Hidup

- Sistem Tiga Kingdom
- Dikemukakan oleh Ernst Haeckel
- Dibagi menjadi 3 kingdom :
  1. Kingdom Protista  
Ciri : uniseluler atau multiseluler
  2. Kingdom Plantae  
Ciri : autotrof, eukariot multiseluler, reproduksi dgn spora
  3. Kingdom Animalia  
Ciri : heterotrof, eukariot multiseluler.



# Perkembangan Klasifikasi Makhluk Hidup

- **Sistem Empat Kingdom**
- Dikemukakan oleh Herbert Copeland
- Dibagi menjadi 4 kingdom :
  1. Kingdom Monera, ciri-ciri memiliki inti tanpa membran inti (prokariotik)
  2. Kingdom Protista, terdiri dari organisme bersel satu dan bersel banyak
  3. Kingdom Plantae, terdiri dari jamur, tumbuhan lumut, tumb. paku, tumbuhan biji
  4. Kingdom Animalia, terdiri dari semua hewan dari protozoa sampai chordata





# Perkembangan Klasifikasi Makhluk Hidup

- Sistem Lima Kingdom
- Dikemukakan oleh Robert H. Whittaker
- Dibagi menjadi 5 kingdom :
  1. Kingdom Monera, ciri : prokariotik (Archaeobacteria dan Eubacteria)
  2. Kingdom Protista, Ciri : uniseluler/multiseluler, eukariotik
  3. Kingdom Fungi, Ciri : eukariotik, heterotrof, tidak berklorofil, ddg sel dari zat kitin.
  4. Kingdom Plantae, Ciri : uniseluler/multiseluler, eukariotik, autotrof
  5. Kingdom Animalia, Ciri : multiseluler, eukariotik, heterotrof



# Whittaker's 5 kingdoms

## Organisms

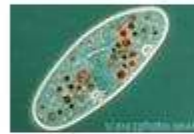
### Monera

Prokaryotes | Unicellular



### Protista

Eukaryotes | Unicellular



### Fungi

Eukaryotes | Multicellular  
With cell wall  
Don't perform photosynthesis



### Plantae

Eukaryotes | Multicellular  
With cell wall  
Perform photosynthesis



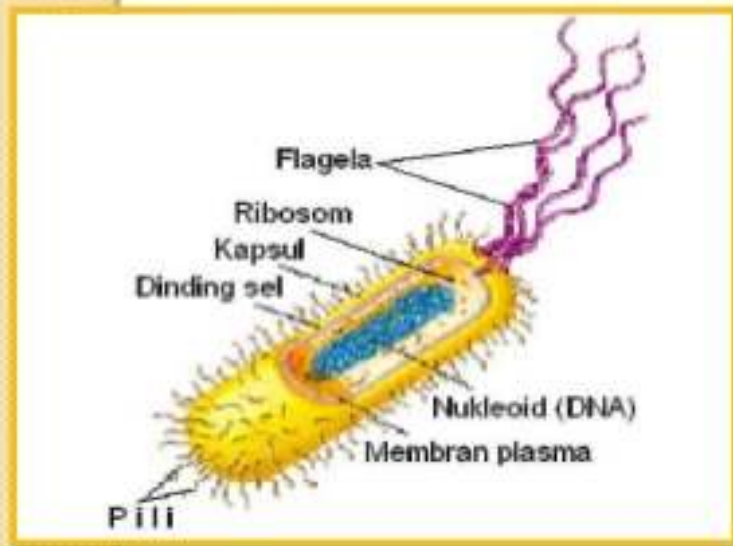
### Animalia

Eukaryotes | Multicellular  
No cell wall



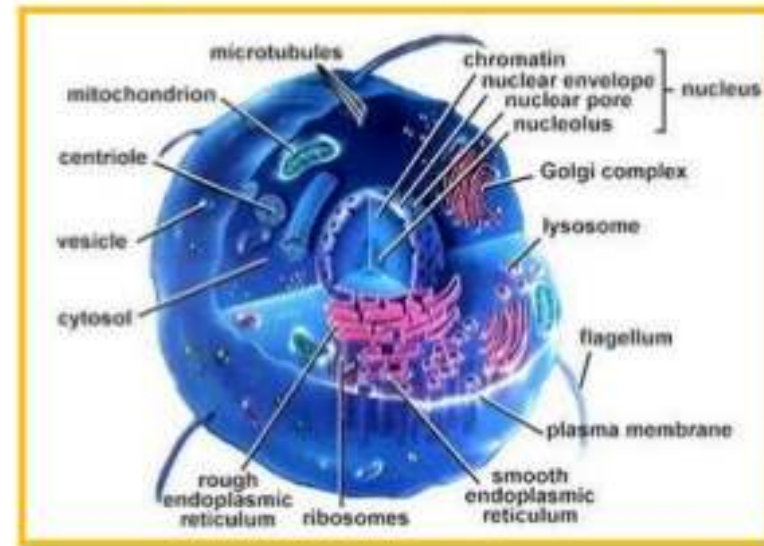
# MACAM-MACAM SEL

## Sel Prokariotik



- Prokariot
  - Tanpa membran inti sel
  - Contoh: Bakteri

## Sel Eukariotik



- Eukariot
  - Memiliki membran inti sel
  - Contoh: Tumbuhan, Hewan, Jamur

# Sel Prokariotik dan Eukariotik

## PROKARIOTIK

- Organisme sederhana, mempunyai kromosom tunggal dan tidak memiliki organel.
- **Tidak mempunyai** membran inti, tidak ada batas tegas antara inti sel dan sitoplasma sel

## EUKARIOTIK

- Organisme kompleks, mempunyai kromosom lebih dari satu, memiliki organel – organel yang lengkap.
- **Mempunyai** membran ini, sehingga ada batas tegas antara inti sel dan sitoplasmanya.

# SEJARAH PERKEMBANGAN MIKROBIOLOGI

## A. PENEMUAN MIKROORGANISME

- **Antony van Leeuwenhoek (1632-1723)**  
Ilmuwan pertama yang melihat dan mendeskripsikan mikroorganisme secara akurat pada tahun 1660.



Kompetensi: menjelaskan sejarah perkembangan konsep-konsep penting mikrobiologi

# TEORI ABIOGENESIS KLASIK

## Abiogenesis



tidak

HIDUP

PEMBENTUKAN

- Kehidupan asal mula makhluk hidup adalah dari BENDA MATI dan terjadi begitu saja / secara spontan → disebut *generatio spontanea*.

## Tokoh pendukung abiogenesis

Aristoteles  
(384 SM)

- Cacing berasal dari tanah
- Belatung berasal dari daging busuk

Antonie Van  
Leuwenhoek  
(abad 17)

- Menemukan mikroskop sederhana yang dapat digunakan untuk mengamati benda-benda aneh yang amat kecil pada setetes air hujan, rendaman jerami, feses, gigi, atau bahkan kuman yang berasal dari udara dan makanan basi



# TEORI BIOGENESIS

## Biogenesis



HIDUP



PEMBENTUKAN

Kehidupan berasal dari makhluk hidup sebelumnya.

Teori abiogenesis terbantahkan oleh:

Louis Pasteur,  
Lazzaro Spallanzani,  
dan Fransisco Redi

## STOPLES 1

Diisi sekerat daging, dibiarkan terbuka

Daging membusuk, ditemukan banyak larva lalat (belatung)

## STOPLES 2

Diisi sekerat daging, ditutup rapat

Daging tidak membusuk, tidak ditemukan belatung

## STOPLES 3

Diisi sekerat daging, ditutup kain kasa

Daging membusuk, tidak ditemukan belatung

PERCOBAAN  
FRANSISCO REDI



## KESIMPULAN PERCOBAAN REDI

- ▶ Larva atau belatung yang terdapat dalam daging busuk II dan III bukan terbentuk dari daging yang membusuk, tetapi berasal dari telur lalat yg ditinggal pada daging ini ketika lalat hinggap disitu.
- ▶ Hal ini akan lebih jelas lagi, apabila melihat keadaan pada stoples III yang tertutup kain kasa. Pada kain kasa penutupnya ditemukan lebih banyak belatung, tetapi pada dagingnya yang membusuk, belatung relatif sedikit.

## STOPLES 1

Diisi air kaldu hasil pendidihan, dibiarkan terbuka

Air kaldu menjadi keruh, bau, dan mengandung banyak mikroba

## PERCOBAAN LAZZARO SPALLANZANI

## STOPLES 2

Diisi air kaldu hasil pendidihan, ditutup rapat dan diolesi parafin selagi masih panas

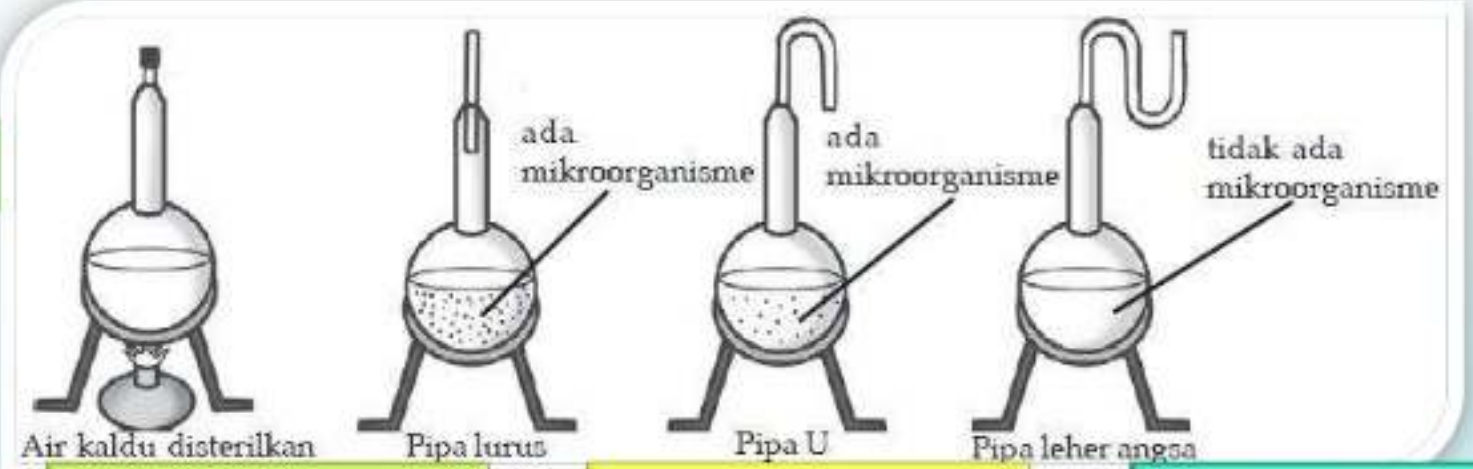
Air kaldu tetap jernih, tidak timbul bau, tidak mengandung mikroba



## KESIMPULAN PERCOBAAN SPALLANZANI

- Mikroba yang ada di dalam kaldu bukan berasal dari air kaldu (benda mati), tetapi **berasal dari kehidupan di udara**. Jadi, adanya pembusukan karena telah terjadi kontaminasi mikroba dari udara ke dalam air kaldu.

# Namun paham abiogenesis menyatakan keberatan terhadap eksperimen ini karena menurut mereka untuk terbentuknya mikroba (MH) dalam air kaldu diperlukan udara. Dengan pengaruh udara tersebut terjadilah generatio spontanea.



Labu leher angsa diisi  
ori kaldu, didihkan

Air kaldu steril dalam  
keadaan jernih

Dibiarkan beberapa  
hari dalam posisi  
tegak → Air kaldu  
tetap jernih

Pipa dimiringkan, air  
kaldu menyentuh  
udara luar melalui  
mulut pipa leher  
angsa

Air kaldu berubah  
menjadi keruh

# PERCOBAAN LOUIS PASTEUR

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan Redi, Spallanzani, dan Pasteur tersebut, maka tumbanglah paham Abiogenesis, dan munculah paham/teori baru tentang asal usul makhluk hidup yang dikenal dengan **teori Biogenesis**. Teori itu menyatakan :

- *Omne vivum ex ovo* = setiap makhluk hidup berasal dari telur.
- *Omne ovum ex vivo* = setiap telur berasal dari makhluk hidup, dan
- *Omne vivum ex vivo* = setiap makhluk hidup berasal dari makhluk hidup sebelumnya.

# Penemuan mikroba penyebab penyakit

- th 1813 → jamur penyebab penyakit pada gandum
- th 1845 → tanaman kentang
- th 1850 → dalam darah hewan yang sakit antraks, terdapat bakteri berbentuk batang



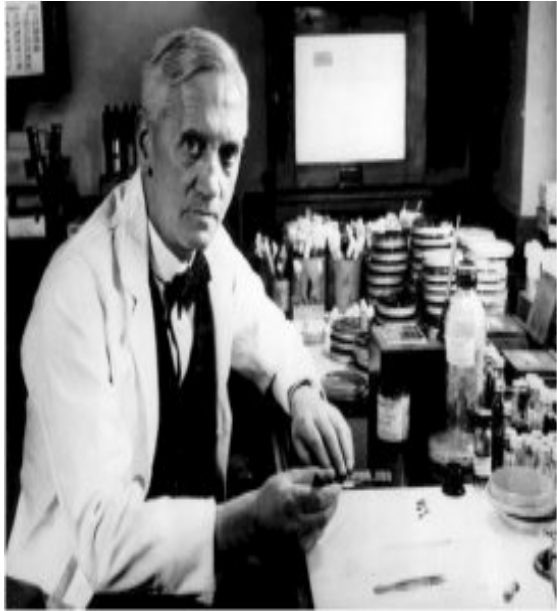
- **Davaine (1863-1868) membuktikan bahwa bakteri tersebut hanya terdapat pada hewan yang sakit, dan penularan buatan menggunakan darah hewan yang sakit pada hewan yang sehat dapat menimbulkan penyakit yang sama**

- pembuktian bahwa antraks disebabkan oleh bakteri dilakukan oleh Robert Koch (1876) → “**postulat Koch**” yang merupakan langkah-langkah untuk membuktikan bahwa suatu mikroba adalah penyebab penyakit

# Postulat Koch

1. suatu mikroba yang diduga sebagai penyebab penyakit harus ada pada setiap tingkatan penyakit
2. mikroba tersebut dapat diisolasi dari jasad sakit dan ditumbuhkan dalam bentuk biakan murni
3. apabila biakan murni tersebut disuntikkan pada tumbuhan yang sehat dan peka, dapat menimbulkan penyakit yang sama
4. mikroba dapat diisolasi kembali dari jasad yang telah dijadikan sakit tersebut

# ALEXANDER FLEMING



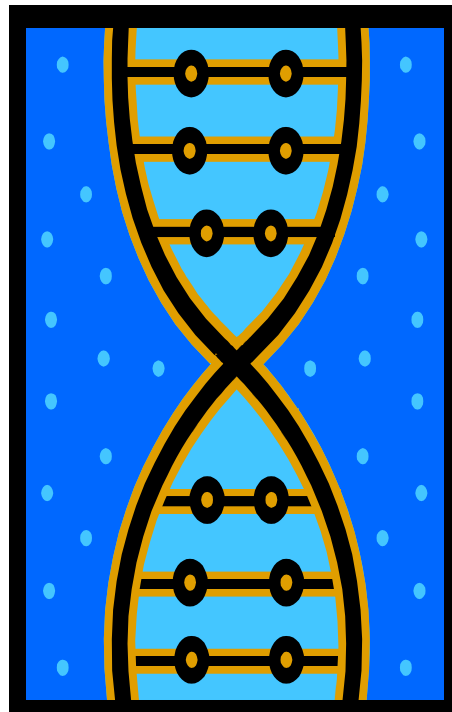
- Tahun 1928 mengamati pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada cawan petri terhambat oleh pertumbuhan jamur kontaminan
- Jamur tersebut adalah *Penicillium notatum*, dan bahan aktifnya dikenal sebagai penicillin (**antibiotik pertama**)



- Reska (1938) –Mikroskop elektron
- mikroskop elektron mampu mengamati spesimen biologi dengan perbesaran sampai ribuan kali, untuk mempelajari struktur virus lebih lengkap

# WATSON, CRICK, FRANKLIN, dan WILKINS

Tahun 1953 Watson dan Crick menemukan struktur DNA.  
Bersama penelitian dari Franklin dan Wilkins untuk menemukan struktur molekul DNA



# Peranan Mikroorganisme dibidang Pertanian

# RUANG LINGKUP

- MIKROBA SEBAGAI PATOGEN TANAMAN
- PUPUK HAYATI (BIOFERTILIZER)
- PENGENDALIAN HAYATI (BIOLOGICAL CONTROL)
- BIOREMEDIASI



# 1. Mikroba sebagai Patogen Tanaman

## Cendawan, Bakteri, Virus dan Nematoda

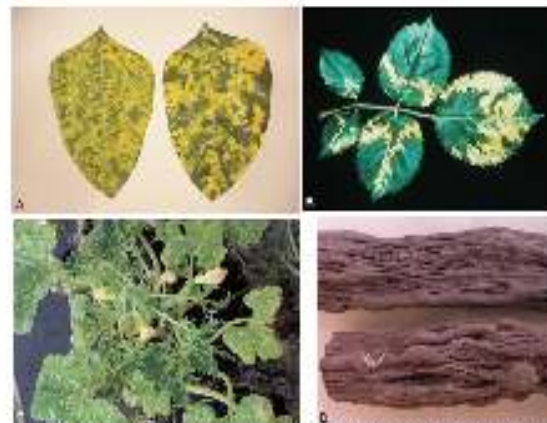
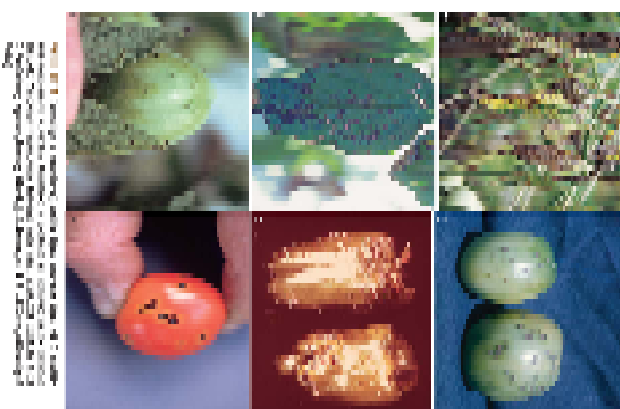
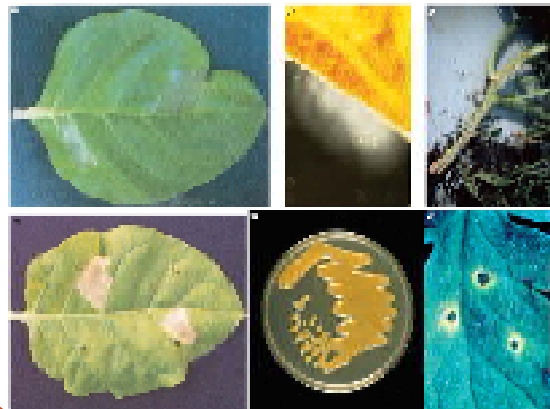


FIGURE 14-1. Some of the most important plant diseases caused by fungi. (A) Leaf necrotic spot on maize leaf. (B) Leaf necrotic spot on maize leaf. (C) Leaf necrotic spot on maize leaf. (D) Leaf necrotic spot on maize leaf. [Copyright 2012 by Cengage Learning. All Rights Reserved. May not be copied, scanned, or duplicated, in whole or in part. WCN 02-200-203]



FIGURE 14-27. Necrotic rot of maize (A-C) and potato (D) caused by *Rhizoctonia solani*. (A) Field and (B) laboratory of a field crop in a field in a plant. (C) Severely diseased plant in a field in a maize plant. (D) Shows that showing typical fungal rot of a potato. (E) Fungus of a field in a maize plant in a laboratory. (F) Fungus and necrosis of a potato tuber taken from the field. (G) Fungus of a potato tuber taken from the field. [Copyright 2012 by Cengage Learning. All Rights Reserved. May not be copied, scanned, or duplicated, in whole or in part. WCN 02-200-203]



## Penyakit karena jamur patogen tanaman



# Penyakit karena bakteri



# Penyakit karena nematoda



# Penyakit karena virus



## 2. Peranan Mikroba Di Bidang Kesuburan Tanah (Biofertilizer)

1. mikroba dapat melarutkan dan menyediakan mineral seperti N,P, Fe dan unsur lain.
2. mikroba dapat menghasilkan vitamin, asam amino, auxin dan giberelin yang dapat menstimulir pertumbuhan tanaman.
3. mikroba menguntungkan akan menghambat pertumbuhan bakteri lain yang patogenik dengan menghasilkan antibiotik

# 3. MIKROBA DALAM PENGENDALIAN HAYATI

## Pengertian pengendalian hayati

Tindakan untuk mereduksi kepadatan inokulum/aktivitas pathogen penyakit sehingga tidak menimbulkan gejala pada tanaman

- dengan menggunakan satu atau lebih mikroorganisme
- dengan melalui manipulasi lingkungan inang atau antagonistic

Meningkatkan aktivitas mikroorganisme

- sifat antagonism secara langsung kompetisi & antibiosis
- secara tidak langsung induksi ketahanan tanaman

## Agensia hayati

Mikroorganisme hidup diperoleh dari alam dapat berupa jamur, bakteri, actinomycetes, virus yg dapat menekan, menghambat & atau memusnahkan





# Bioremediasi

Penggunaan mikroorganismes untuk mengurangi polutan di lingkungan.

Bakteri Pengurai minyak bumi

Diaktifkan

Menguraikan limbah minyak bumi

Syarat

- Populasi mikroba
- Sumber energi
- Nutrisi
- kondisi lingkungan yang mendukung

# Beberapa mikroba untuk bioremediasi

- *Deinococcus radiodurans* : bakteri yang telah dimodifikasi secara genetik agar mampu merombak pelarut atau logam berat, termasuk toluene dan ion mercury dari limbah yang banyak mengandung radioaktif nuklir
- *Geobacter sulfurreducens* : bakteria yang dapat mengubah uranium terlarut dalam air atau tanah menjadi bentuk tidak larut (non-soluble), bentuk yang dapat diambil.
- *Dehalococcoides ethenogenes* : bakteri yang digunakan pada 10 negara bagian di US untuk membersihkan pelarut klor yang dapat menyebabkan kanker. Bakteri ini terdapat alami baik dalam tanah maupun air dan mampu merombak pelarut lebih cepat
- Enzim dari bakteri, *Thermus brockianus*, yang ditemukan di taman nasional Yellowstone, dapat mengurai hydrogen peroxide 80.000 kali lebih cepat dibandingkan dengan tradisional dan dengan senyawa kimia lain.
- *Alcaligenes eutrophus*, bakteri yang secara alami mengurai 2,4-D, herbisida ke 3 terbanyak digunakan di Amerika.

## Pemanfaatan jamur untuk BIOREMEDIASI

- *Candida* dapat mendegradasi **formaldehyde**.
- *Gibeberella* dapat mendegradasi **cyanide**.
- Pengomposan dapat digunakan untuk mendegradasi sampah rumah tangga

### JAMUR AKAR PUTIH

- Jamur akar putih dapat mendegradasi polutan organik dalam tanah dan limbah, seperti : *Phanerochaete chrysosporium*
- Pentachlorophenol, dichlorodiphenyl trichloroethane (e.g. DDT), bahkan TNT (trinitrotoluene) dapat didegradasi dengan jamur akar putih.

### MIKORIZA

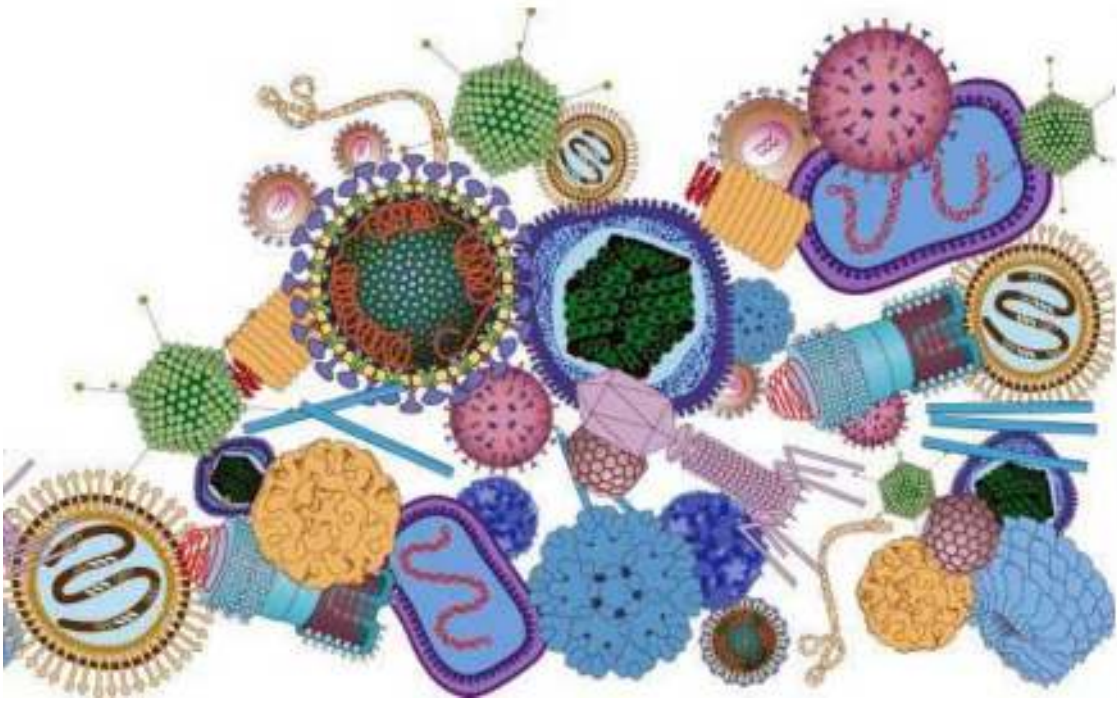
Mikoriza dapat mengurangi toksisitas logam berat terhadap tanaman pada tanah-tanah tercemar (Baldrian dalam Munir, 2006).

•

# Terima Kasih

Semua materi dan gambar didapat dan dikombinasikan penulis dari berbagai sumber

**VIRUS**



yenny liswarni

# Sejarah VIRUS

Penelitian mengenai virus dimulai dengan penelitian mengenai penyakit mosaik yang menghambat pertumbuhan tanaman tembakau dan membuat daun tanaman tersebut memiliki bercak-bercak.



## Sejarah virus

- ❑ Penelitian mengenai virus dimulai dengan penelitian mengenai penyakit mosaik yang menghambat pertumbuhan tanaman tembakau dan membuat daun tanaman tersebut memiliki bercak-bercak. Pada tahun 1883, Adolf Mayer, seorang ilmuwan Jerman, menemukan bahwa penyakit tersebut dapat menular ketika tanaman yang ia teliti menjadi sakit setelah disemprot dengan getah tanaman yang sakit.

## Sejarah virus

- ❑ Pada tahun 1892, Dimitri Ivanowsky dari Rusia menemukan bahwa getah daun tembakau yang sudah disaring dengan penyaring bakteri masih dapat menimbulkan penyakit mosaik. Ivanowsky lalu menyimpulkan dua kemungkinan, yaitu bahwa bakteri penyebab penyakit tersebut berbentuk sangat kecil sehingga masih dapat melewati saringan, atau bakteri tersebut mengeluarkan toksin yang dapat menembus saringan



# Sejarah Penemuan Virus

## • Percobaan A.Mayer pada Penelitian Virus



## • Percobaan Dmitri Ivanowski pada Penelitian Virus



## Sejarah virus

- ❑ Tahun 1897 setelah Martinus Beijerinck dari Belanda menemukan bahwa agen infeksi di dalam getah yang sudah disaring tersebut dapat bereproduksi karena kemampuannya menimbulkan penyakit tidak berkurang setelah beberapa kali ditransfer antar tanaman

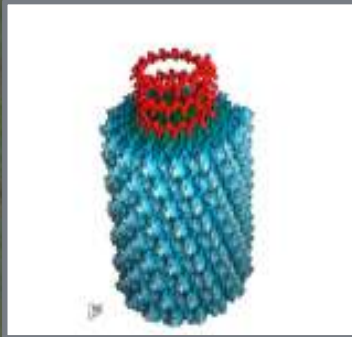
## Sejarah virus

- ❑ Pendapat Beijerinck baru terbukti pada tahun 1935, setelah Wendell Meredith Stanley dari Amerika Serikat berhasil mengkristalkan partikel penyebab penyakit mosaik yang kini dikenal sebagai virus mosaik tembakau. Virus ini juga merupakan virus yang pertama kali divisualisasikan dengan mikroskop elektron pada tahun 1939 oleh ilmuwan Jerman G.A. Kausche, E. Pfankuch, dan H. Ruska.



## Virus antara benda mati dan benda hidup

- ❑ Virus dikatakan makhluk hidup, karena virus merupakan organisme peralihan antara makhluk hidup dan benda mati. Dikatakan peralihan karena virus mempunyai ciri-ciri makhluk hidup, misalnya mempunyai DNA (*asam deoksiribonukleat*), mampu melakukan metabolisme dan dapat berkembang biak pada sel hidup.



## Virus antara benda mati dan benda hidup

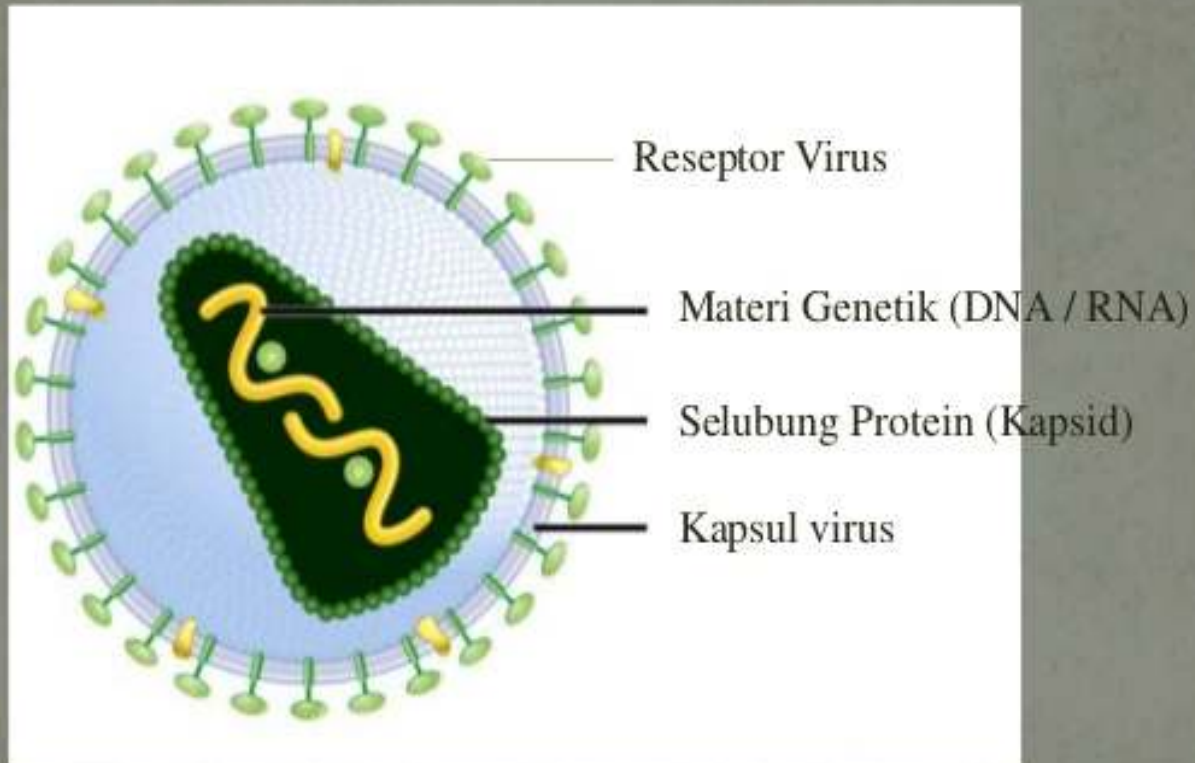
- ❑ Virus dikatakan benda mati, karena tidak memiliki protoplasma dan dapat dikristalkan, virus tidak dapat menjalankan fungsi biologisnya secara bebas

# STRUKTUR TUBUH VIRUS

- Tubuh virus bukan merupakan suatu sel disebut aseluler.
- Virus terdiri atas partikel yang dapat di kristalkan, partikel virus lengkap disebut virion.
- Virus merupakan makhluk hidup yang hanya menunjukkan sifat makhluk hidup yaitu reproduksi dan tubuhnya tersusun dari asam nukleat yang diselubungi protein.

# STRUKTUR TUBUH VIRUS

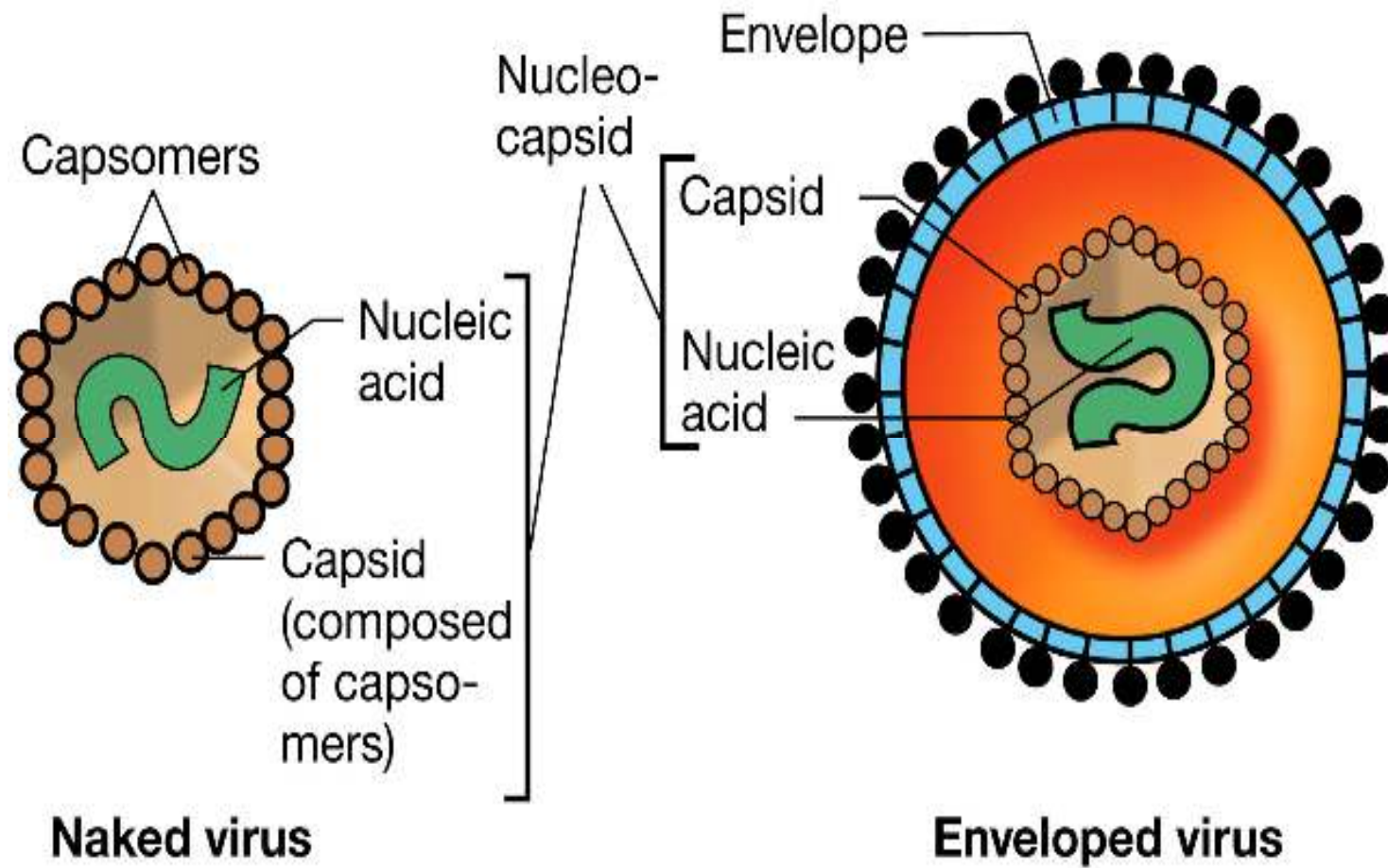
## Virus Berselubung



# VIRION STRUCTURE

- ◉ Virion adalah partikel virus komplit
- ◉ *Suatu virus sederhana terdiri atas sebuah molekul asam nukleat (DNA or RNA) yang diselebung/dikelilingi oleh sebuah capsid yang tersusun atas subunit-subunit protein*
- ◉ Subunit-subunit protein tsb dapat menggabungkan diri membentuk unit multimer (unit-unit struktural), yang mengandung satu atau beberapa rantai polipeptida.





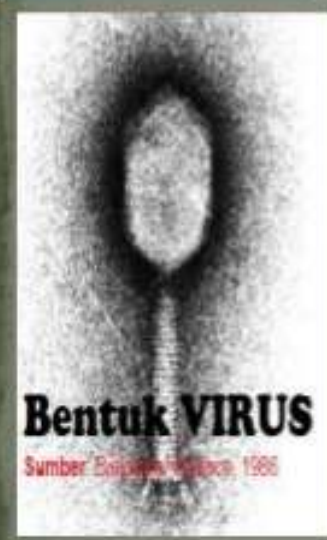
yenny liswarni

## CIRI-CIRI VIRUS

### MATERI

virus

antibiotik



- Berukuran ultra mikroskopis
- Parasit sejati/parasit obligat
- Berbentuk oval, bulat, batang, huruf T, kumparan
- Kapsid tersusun dari protein yang berisi DNA saja atau RNA
- Dapat dikristalkan
- Aktivitasnya harus di sel makhluk hidup

## MATERI

virus

penyakit



## Ukuran virus

- Virus partikel berukuran sangat kecil yang dapat menginfeksi hampir semua jenis makhluk hidup. Virus dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron, karena ukurannya sangat mikroskopik
- Virus terkecil berdiameter hanya 20 -30 nm (lebih kecil daripada ribosom), sedangkan virus terbesar sekalipun sukar dilihat dengan mikroskop cahaya.
- Ukurannya rata-rata 50 kali lebih kecil dari bakteri

## Cara hidup virus

### MATERI

virus

reproduksi

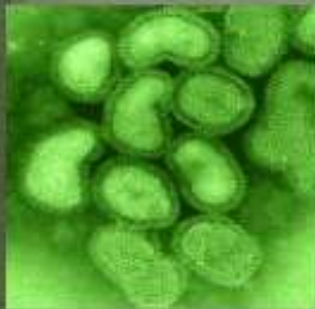


- Virus bersifat sebagai parasit obligat, virus tidak dapat hidup dialam secara bebas, tetapi harus berada di dalam makhluk hidup lain.
- Apabila virus hidup didalam makhluk hidup, maka virus akan berkembang biak. Misalnya sel bakteri, sel hewan atau sel tumbuhan

## MATERI

virus

bakteriophage



### Klasifikasi virus

berdasarkan tempat hidupnya, dibedakan :

#### Virus bakteri

Virus yang menginfeksi bakteri adalah bakteriofag.

Bakteriofag dapat berkembang cepat sehingga dalam waktu yang singkat dapat menghancurkan sejumlah bakteri. Bakteriofag memiliki inti asam nukleat berbentuk DNA ganda berpilin atau tunggal berpilin atau RNA rantai tunggal. Contoh bakteriofag adalah E. coli.

## MATERI

virus

penyakit



### Virus hewan

Bahan genetik virus hewan adalah DNA ganda berpilin atau RNA polinukleotida tunggal. Virus dapat menimbulkan penyakit rabies (anjing gila), sampar pada ayam, ebola pada kera, dan penyakit kuku pada ternak. Virus ini dapat ditularkan secara kontak langsung atau melalui perantara serangga.

## MATERI

VIRUS

Penyakit



### ❑ Virus tumbuhan,

Sebagian besar penyakit pada tumbuh-tumbuhan disebabkan oleh virus.

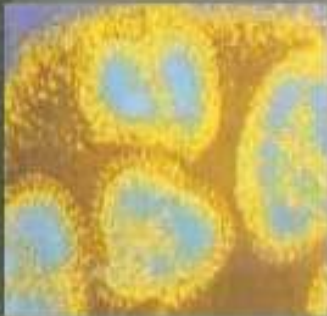
Bahan genetik dari virus tumbuh-tumbuhan adalah RNA.

Virus ini dapat memasuki bagian dalam sel secara aktif atau dapat melalui cedera, misalnya, cedera akibat gosokan pada daun. Di alam virus ditularkan secara kontak langsung atau melalui vektor.

## MATERI

VIRUS


penyakit



- ❑ Virus yang menyerang manusia

Virus yang menyerang manusia, antara lain, virus cacar air, cacar, campak, influenza, polio, mata belek, hepatitis, demam berdarah, diare, HIV AIDS. Virus pada manusia dapat ditularkan secara kontak langsung maupun tidak langsung.





**Apa Perbedaan  
virus dengan  
sel hidup**

## Perbedaan virus dengan sel hidup

### **Sel hidup**

- ▶ memiliki 2 tipe asam nukleat sekaligus
- ▶ dapat mereproduksi semua bagian selnya
- ▶ memiliki system metabolisme

### **Virus**

- ▶ hanya memiliki 1 tipe asam nukleat
- ▶ tidak dapat mereproduksi semua bag. selnya, virus hanya mereproduksi materi genetik dan selubung proteinnya
- ▶ tidak memiliki sistem metabolisme , oleh karena itu virus tidak dapat tumbuh dan bereproduksi tanpa adanya sel inang

# VIROID

- penyebab penyakit pada tumbuhan
- terdiri dari asam nukleat saja, tidak punya selubung protein
- asam nukleat viroid berupa RNA
- viroid berbeda dengan virus dalam 2 hal :
  1. ukuran RNA viroid lebih kecil dibanding virus
  2. RNA virus diselubungi protein, viroid tidak
- 40 penyakit tumbuhan yang disebabkan oleh viroid
  - cadang-cadang disease of coconut → coconut cadang-cadang viroid (CCCVd)
  - potato spindle tuber disease → potato spindle tuber viroid (PSTVd)

- **Viroid** : partikel RNA infeksius yang lebih kecil dari virus dan dapat menyebabkan penyakit pada tumbuhan →
- **Prion** : merupakan partikel infeksius kecil yang berisi protein tanpa asam nukleat

# PERANAN VIRUS DALAM PERTANIAN

patogen  
tumbuhan

patogen  
serangga

vektor

pengendalian  
bakteri

proteksi  
silang

# 1. VIRUS SEBAGAI PATOGEN TUMBUHAN

- penyakit mosaik pada tanaman cabai



# PENYAKIT PADA TANAMAN MARKISA



yenny liswarni

# BUNGA TULIP TERSERANG VIRUS



yenny liswarni



## 2. VIRUS SEBAGAI PATOGEN SERANGGA

- NPV (Nuclear Polyhedrosis Virus)
  - serangga inang NPV adalah SI-NPV (untuk *Spodoptera litura*), Se-NPV (untuk *S. exigua* pada tanaman bawang merah) dan Ha-NPV (*Helicoverpa armigera* pada tanaman tomat dan jagung)

# HELICOVERPA SP.

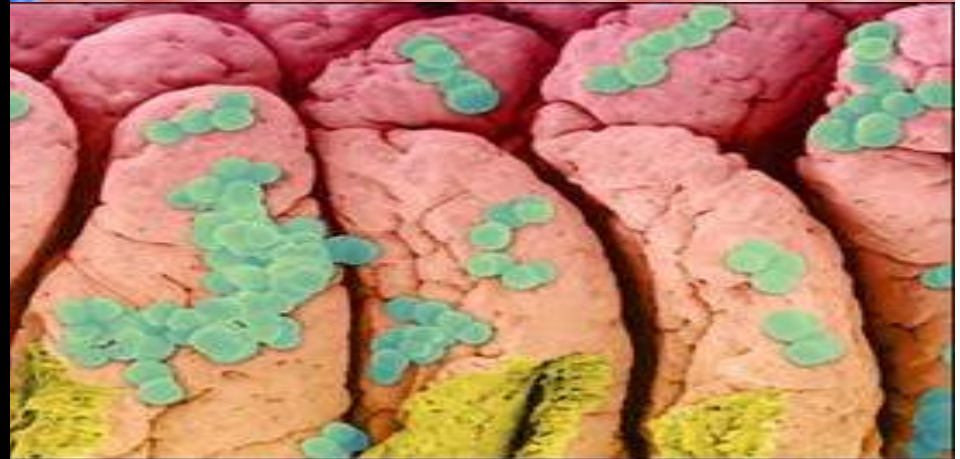
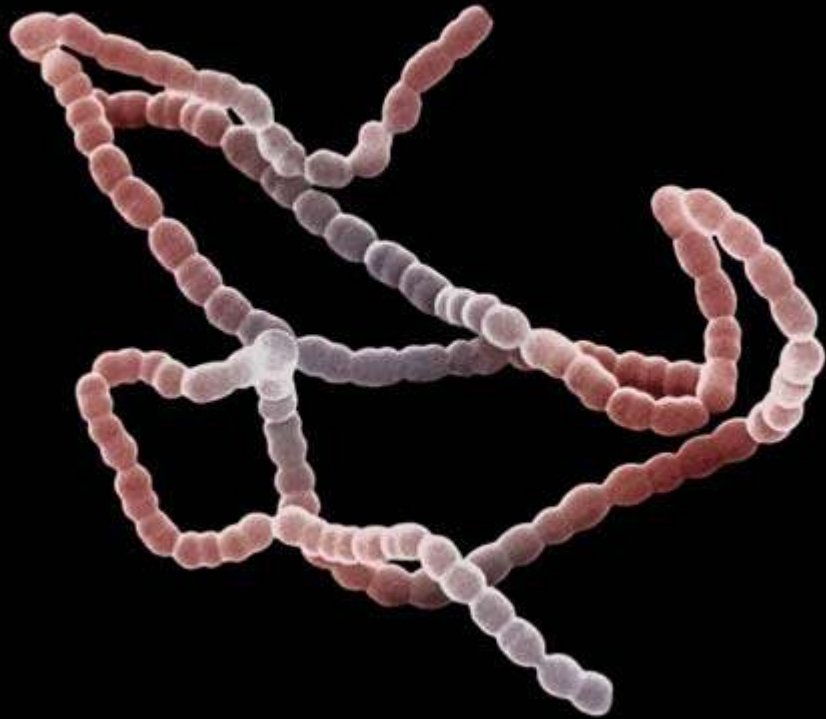
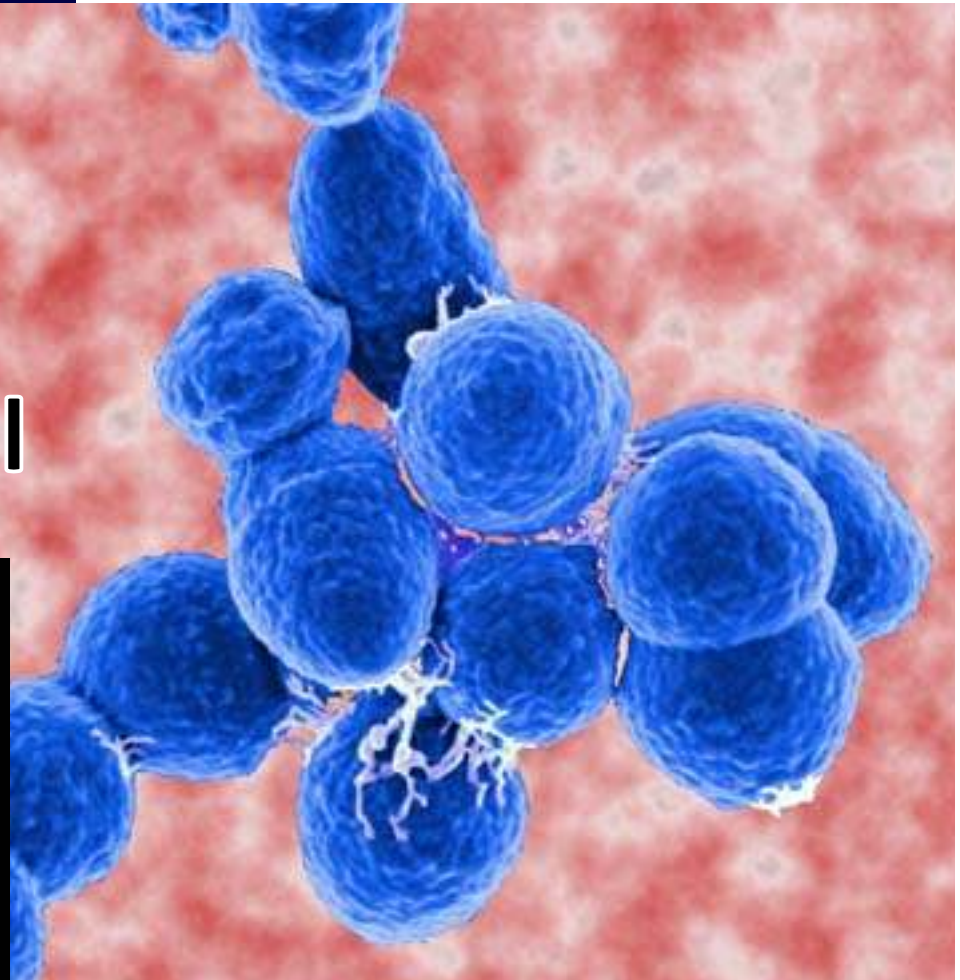


NPV-infected *Helicoverpa* caterpillar  
climbs to top of plant to die

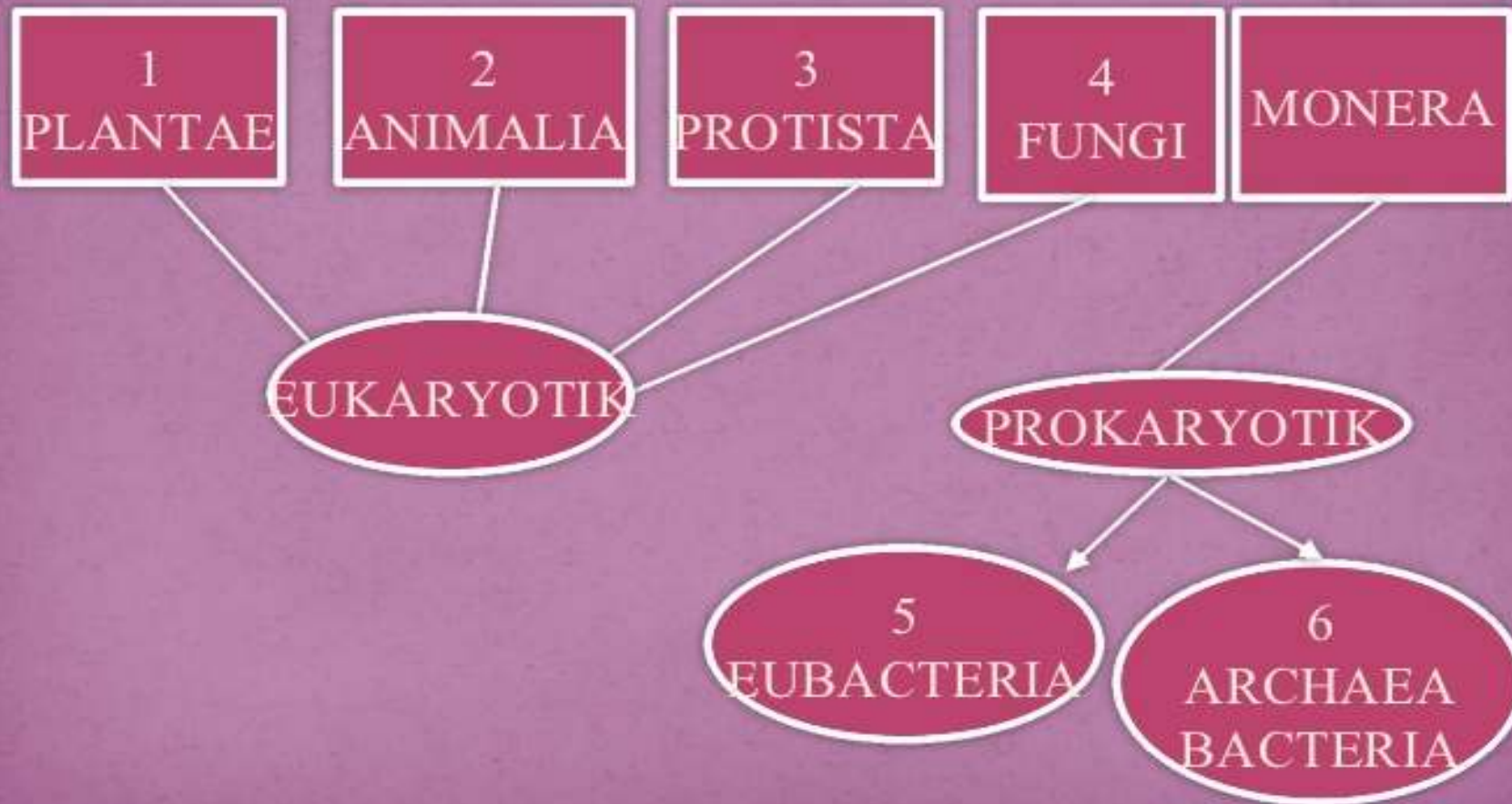
### 3. VIRUS SEBAGAI VEKTOR

- vektor gen dalam rekayasa genetik
- 4. Virus sebagai pengendali bakteri
  - bakteriofage
- 5. Virus sebagai proteksi silang

# BAKTERI



# Sistem Enam Kingdom oleh Carl Woese





# ARCHAEBACTERIA

- **Archaeobacteria (Yunani, Archaea = nenek moyang) adalah kelompok bakteri yang dinding selnya tidak mengandung peptidoglikan, membran plasmanya mengandung lipid**

# A. Ciri-ciri Archaeobacteria

1. struktur tubuh sederhana dan diduga sebagai makhluk yang pertama ada di dunia
2. uniseluler prokariotik → tidak memiliki membran inti sel
3. dinding sel tidak memiliki peptidoglikan
4. ukuran tubuh 0.1 – 200 mikron ( $\mu\text{m}$ )
5. hidup soliter (sendiri) atau berkelompok
6. bentuk bervariasi (bulat, batang, spiral atau persegi panjang)
7. hidup di lingkungan yang ekstrem



## B. Habitat Archaeobacteria

- berdasarkan lingkungan tempat hidupnya, Archaeobacteria dikelompokkan menjadi 3, yaitu :
  1. metanogen
  2. ekstrem halofil
  3. termoasidofil

## **1. Archaeobacteria Metanogen**

- memiliki tempat hidup di lumpur dan rawa, saluran pencernaan hewan dan manusia**

## **2. Archaeobacteria Halofil**

- halofil berasal dari bahasa Yunani, (halo = garam, dan phylosyang = pencinta)**
- kelompok prokariotik yang hidup di tempat yang asin, misalnya di Great Salt Lake (danau garam di Amerika) dan Laut Mati**

### **3. Archaeobacteria Thermoacidophil**

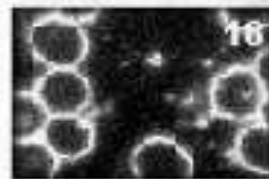
- kelompok organisme prokariotik yang hidup di lingkungan yang panas, optimum pada suhu 60- 80 C**
- bakteri ini terdapat pada daerah yang mengandung asam sulfat, misalnya di kawah vulkanik**

## C. Reproduksi Archaeobacteria

- dengan cara membelah biner :
  - a. pembelahan berganda
  - b. pembentukan tunas
  - c. fragmentasi



# EUBACTERIA



- E: sejati, Bacteria: bakteri

pertama kali ditemukan oleh Anthony van Leewehoek

biasa disebut bakteri

- bakteri berasal dari kata “bacterion” yang berarti “small stick”
- organisme mikroskopis yang tersusun atas satu sel (uniseluler)
- umumnya tidak berklorofil



# Ciri-ciri Bakteri

1. Tubuh uniseluler (bersel satu)
2. Tidak berklorofil (meskipun begitu ada beberapa jenis bakteri yang memiliki pigmen seperti klorofil sehingga mampu berfotosintesis dan hidupnya autotrof)
3. Reproduksi dengan cara membelah diri (dengan pembelahan amitosis)
4. Habitat tanah,air,udara,mahkluk,hidup.
5. Satuan ukuran bakteri adalah mikron ( $10^{-3}$ )
6. Umumnya tidak berklorofil
7. Hidupnya bebas dan sebagai parasit/ patogen
8. Bentuknya beraneka ragam
9. Memiliki ukuran yang kecil rata-rata 1 s/d 5 mikron
10. Tidak mempunyai membran inti sel/prokariot
11. Kebanyakan uniseluler (memiliki satu sel)
12. Bakteri di lingkungan ekstrim dinding sel tidak mengandung peptidoglikan, sedangkan yang kosmopolit mengandung peptidoglikan.





# Bentuk-bentuk Bakteri

Bulat/coccus



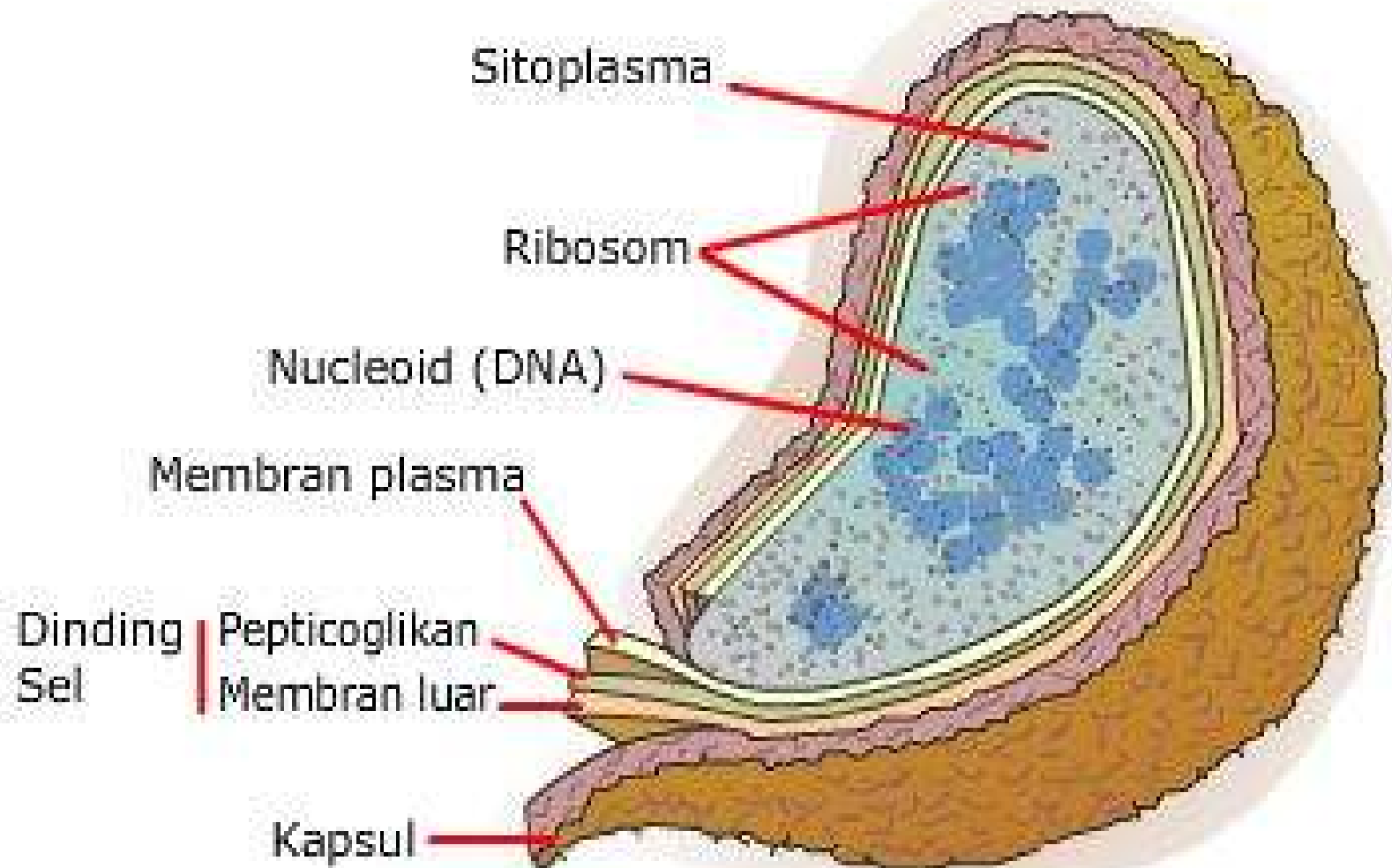
Batang/basil



Spiral



## Struktur Dasar Sel Bakteri



## Struktur bakteri dibagi dua :

**1. Struktur dasar/Internal dan materi genetik(dimiliki oleh hampir semua jenis bakteri)**

- Meliputi: dinding sel, membran plasma, sitoplasma, ribosom, DNA, dan granula penyimpanan.

**2. Struktur tambahan/Eksternal (dimiliki oleh jenis bakteri tertentu)**

- Meliputi: kapsul, flagela, pilus/fimbria, klorosom, Vakuola gas dan endospora.

# Dinding sel

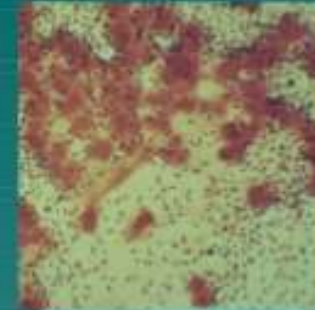
- fungsi : sebagai pelindung dan pemberi bentuk bakteri
- tersusun atas peptidoglikan (gabungan protein dan polisakarida).
- berdasarkan perbedaan ketebalan lapisan peptidoglikan, dinding sel dibedakan menjadi *bakteri gram positif* dan *bakteri gram negatif*

# Struktur dinding sel bakteri

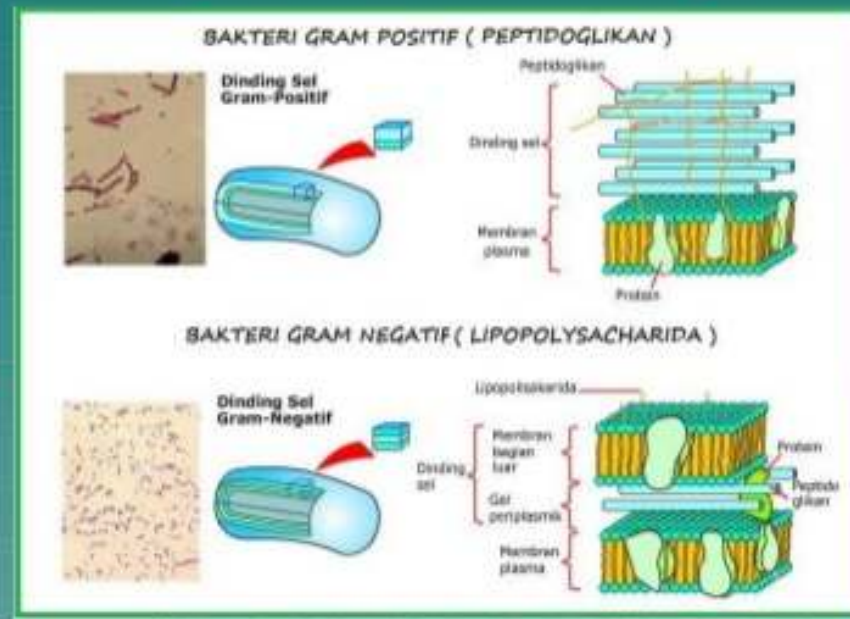
- ❑ Bakteri gram +  
Dinding selnya lebih sederhana dengan jumlah peptidoglikan lebih banyak, dengan pewarnaan gram memberikan warna violet,
- ❑ Bakteri gram -  
Dinding selnya lebih kompleks dengan peptidoglikan lebih sedikit, karena lebih banyak mengandung lipopolisakarida, dengan pewarnaan gram memberikan warna merah,



❑ Bakteri gram +

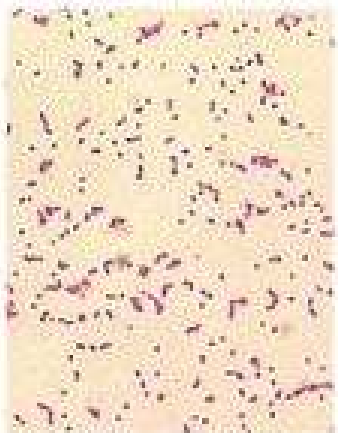
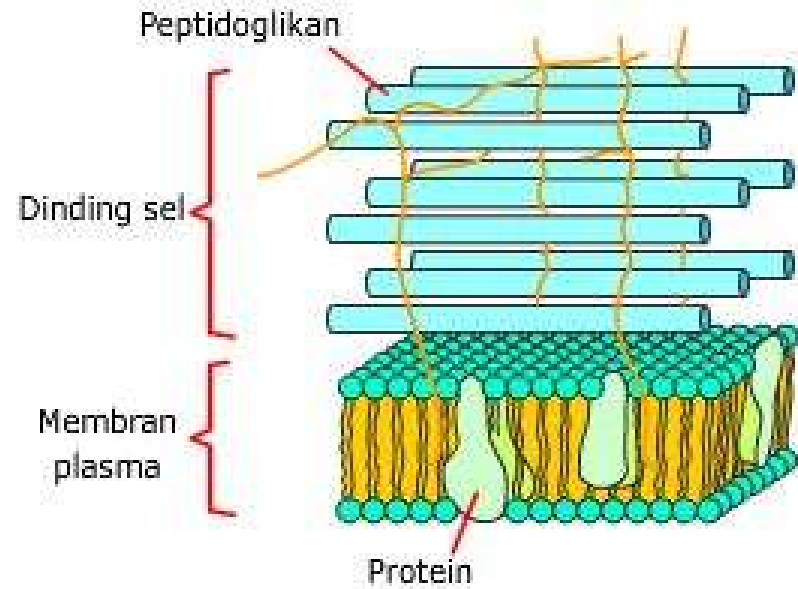
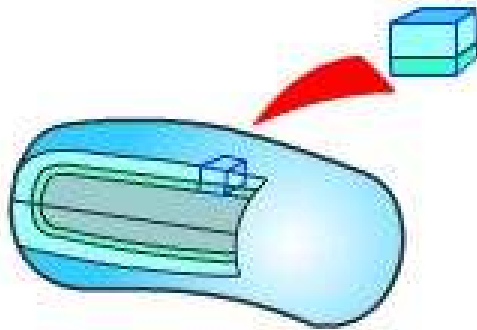


❑ Bakteri gram -

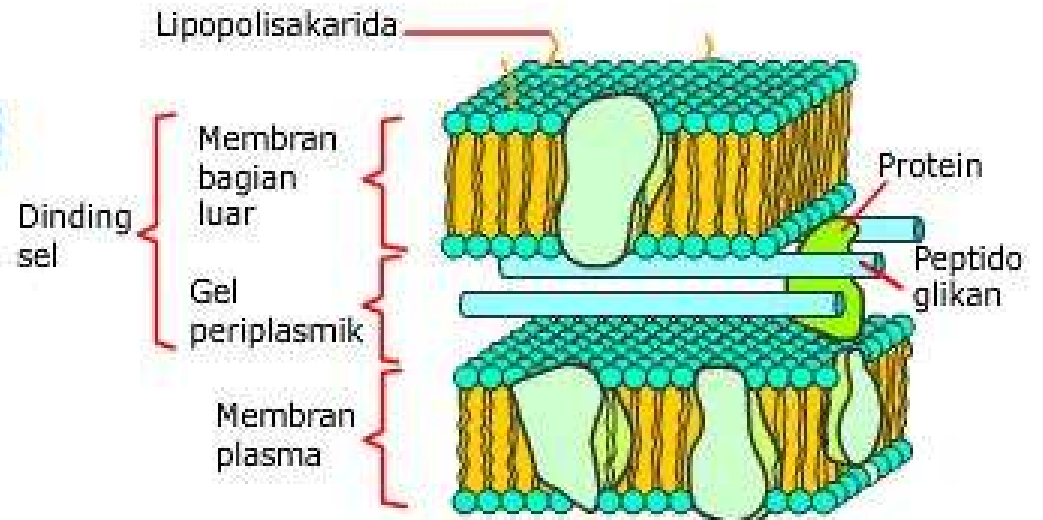
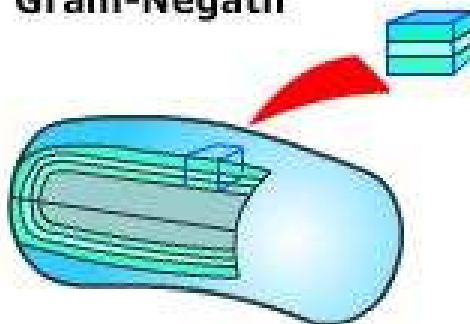




**Dinding Sel Gram-Positif**



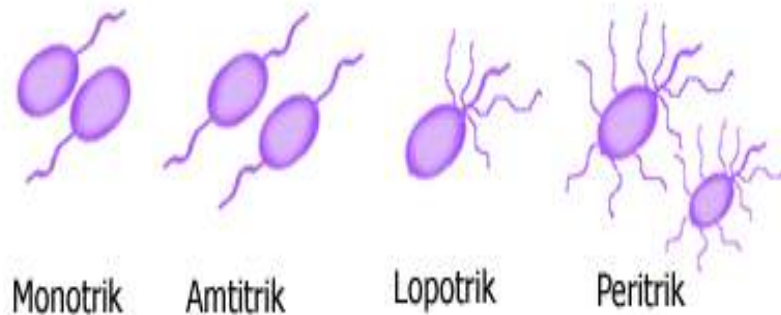
**Dinding Sel Gram-Negatif**



# Struktur eksternal

## 1. Flagel

- untuk Bergeraknya bakteri yang habitatnya dalam cairan
- berbentuk seperti benang dengan diameter 12-30 nm
- mengandung protein yang disebut flagelin



## 2. pili

Beberapa jenis bakteri mempunyai pili. Pili adalah struktur seperti flagela, tetapi lebih pendek dan lebih tipis. **Pili** berfungsi sebagai alat perlekatan saat bakteri melakukan konjugasi.

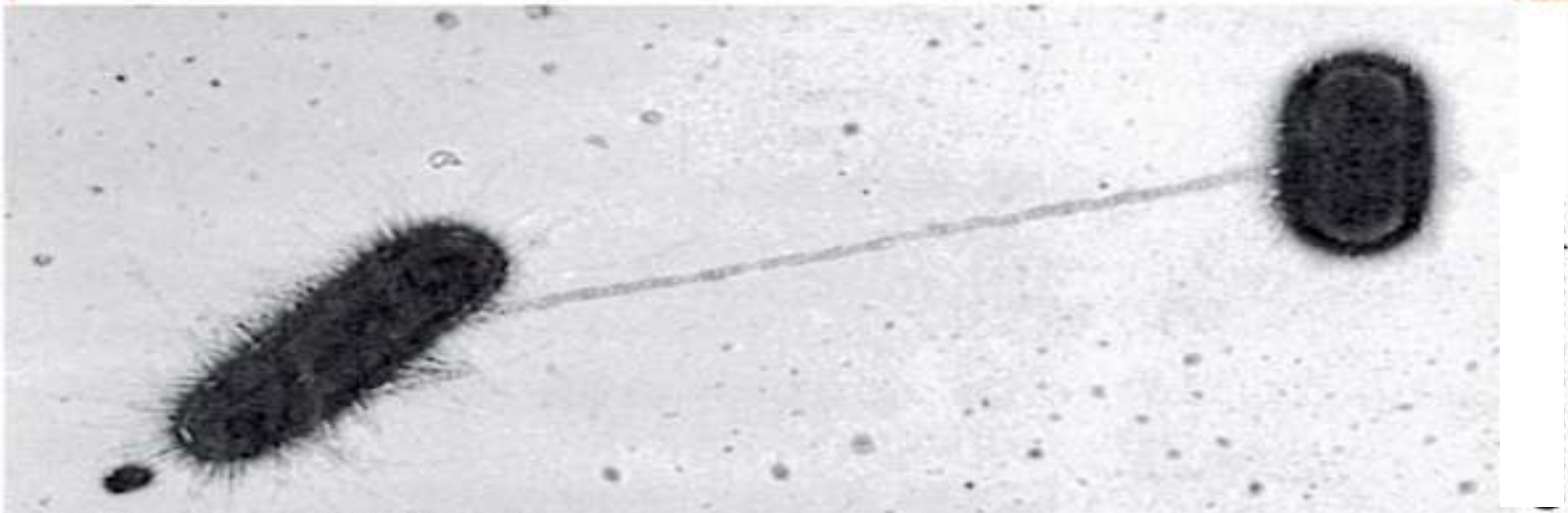


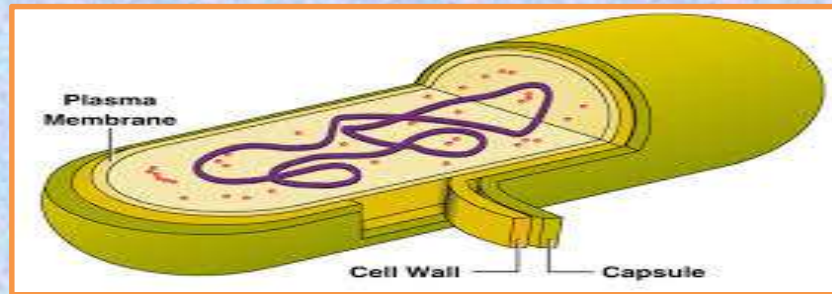
Figure 4-38 Brock Biology of Microorganisms 11/e  
© 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

Follow us @Zonabiokita

Garis panjang yang menghubungkan antara dua bakteri tersebut adalah **Pili**.

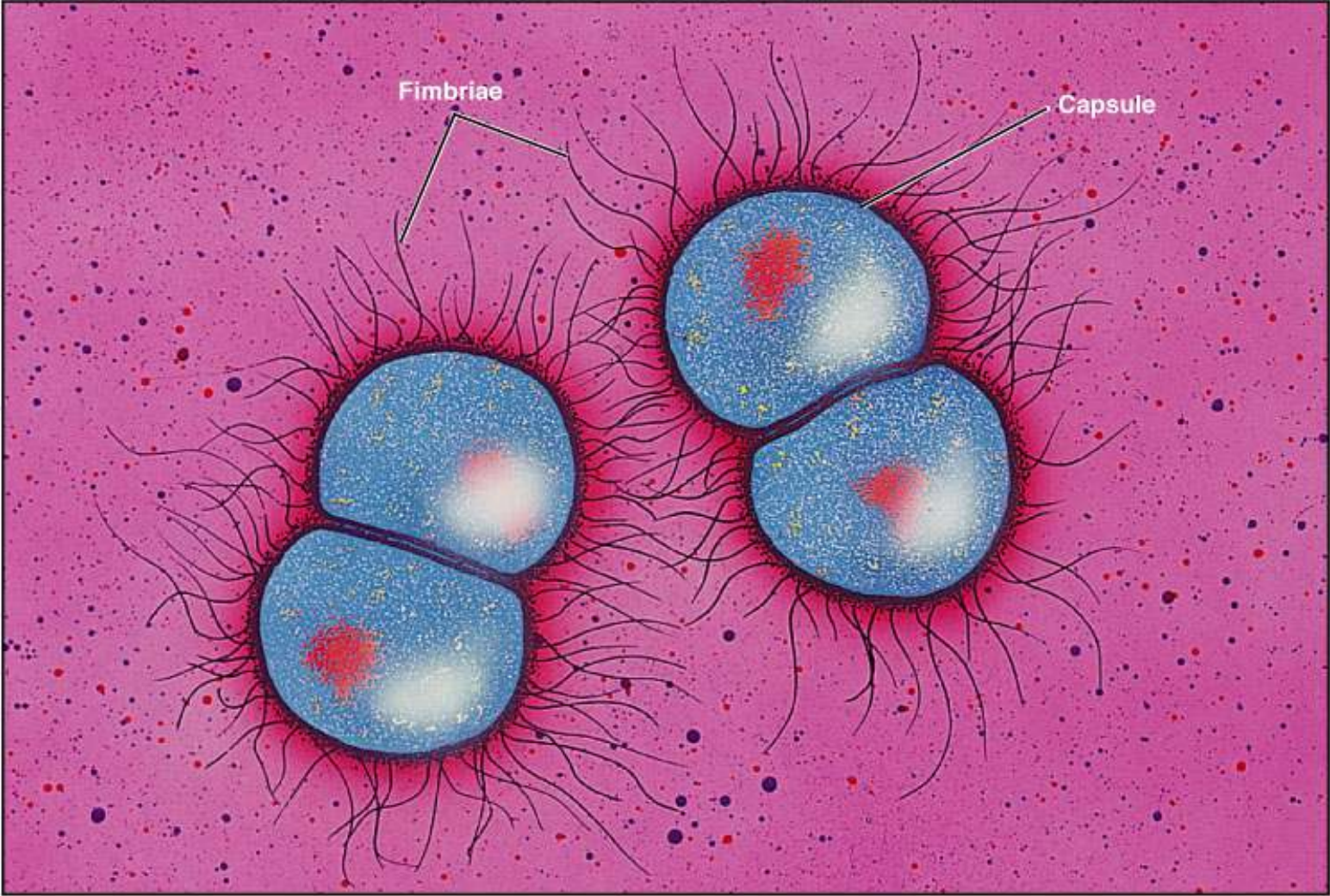


### 3. Kapsul / lapisan lendir

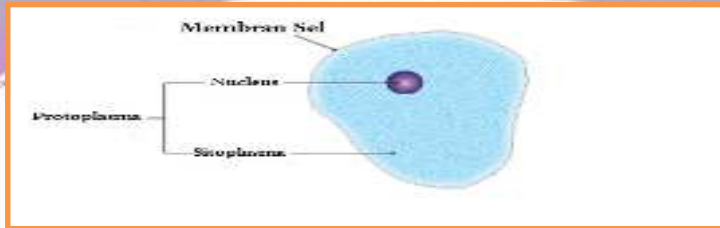


: adalah lapisan di luar dinding sel pada jenis bakteri tertentu, bila lapisannya tebal disebut kapsul dan bila lapisannya tipis disebut lapisan lendir.

- Kapsul tersusun dari glikoprotein.
- Lapisan lendir tersusun dari air dan polisakarida.



# Struktur internal



- Merupakan lapisan yang melingkupi permukaan luar sel.
- Ditemukan di semua makhluk hidup. Tumbuhan: terletak setelah dinding sel. Hewan: bagian terluar sel, tersusun atas kolesterol.
- Strukturnya: lapis ganda yang terdiri dari fosfolipid dan protein, bersifat selektif permeable.
- Fungsi: pelindung, mengontrol keluar masuknya materi ke dan dari sel, pembatas antara sel dengan lingkungan, mengatur homeostatis.

# STRUKTUR DALAM

## A. Membran Sel

- Terletak dibagian dalam dinding sel
- Terdiri dari lipid bilayer
- Mengandung berbagai jenis enzim penghasil energi (ATP-ase) yang berperan penting dalam respirasi, rotasi flagel, segregasi bahan inti
- Pada bakteri gram positif ada lekukan ke dalam sitoplasma (Mesosom) yang berfungsi dalam aktifitas pernapasan, pembelahan inti pembentukan spora
- Untuk mengendalikan lalu lintas substansi kimia dalam larutan (aktif/pasif)

## B. Ruang periplasmik

- Hanya terpadat pada bakteri gram negatif
- Terletak antara peptidoglikan dan membran luar

- Strukturnya terdiri dari polipeptidae dan sakarida yang mengandung enzim untuk perombak dinding sel (selulase, pektinase)

### **C. Sitoplasma**

- Mengandung butiran ribosom, berbagai enzim, dan ko-enzim
- Ribosom berfungsi untuk sintesis protein
- Ribosom terdiri dari 40% protein dan 60 % RNA (5S, 16S, 23S, dan 70S r RNA)
- Dalam 1 sel bakteri terdapat lk 5.000 – 50.000 ribosom
- Semakin banyak ribosom semakin cepat pertumbuhan bakteri

## D. Inti Sel

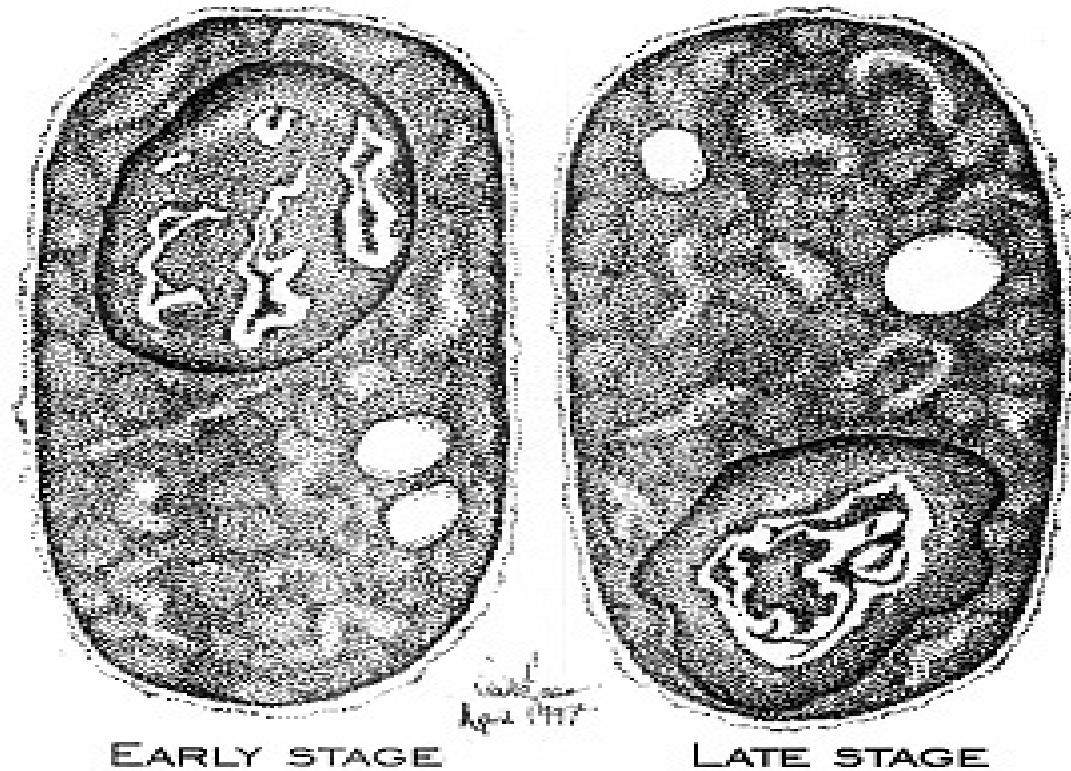
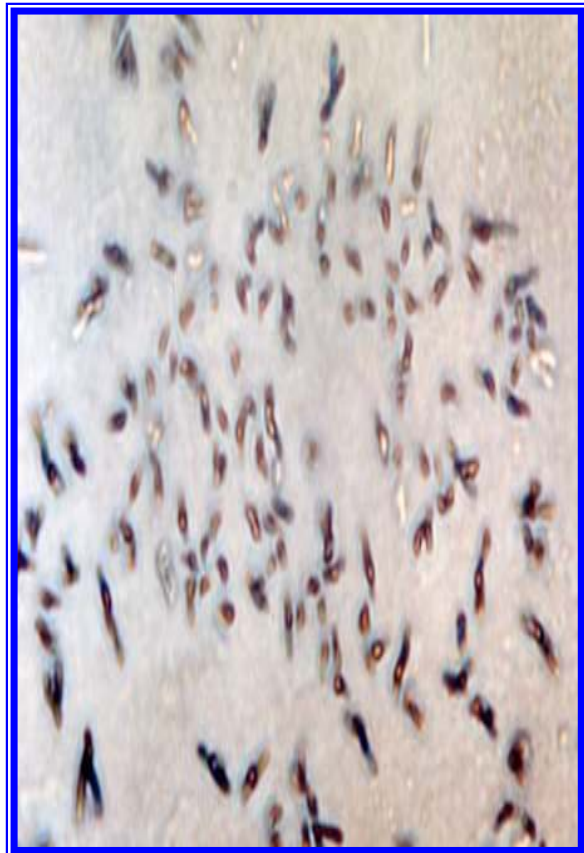
- Pada bakteri, inti sel, genom, kromosom sering disamakan
- Bahan inti sel tidak punya membran
- Kromosom bakteri terdiri dari DNA rantai ganda yang terikat secara kovalen
- Ukuran genom bakteri bervariasi 2.000 sampai 4.000 kilo pasang basa (kb)

## **E. Plasmid**

- Struktur yang mengandung bahan pewaris keturunan (gen)
- Merupakan bagian yang dapat dipertukarkan antara suatu bakteri dengan bakteri lain

## F. Spora

- Untuk pertahanan bila kondisi lingkungan tidak cocok
- eksospora (di luar sel vegetatif : *Streptomyces* sp.), dan endospora ( di dalam sel vegetatif : *Bacillus* sp.)







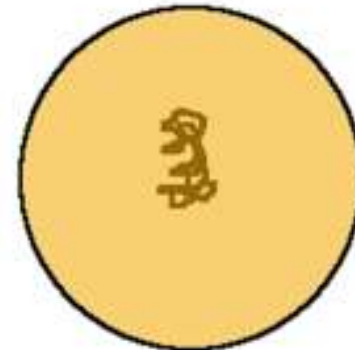
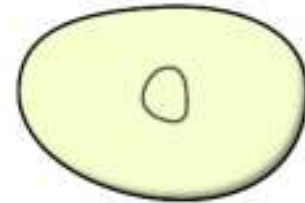
# Reproduksi Bakteri

1. **Secara Aseksual:** dengan membelah diri secara biner.
2. **Secara Seksual:** terjadi dengan pemindahan materi genetik dari satu bakteri dengan bakteri lain tanpa alat kelamin (gonad) yang disebut perkembangbiakan “paraseksual”. Pada perkembangbiakan ini terjadi peleburan materi inti tanpa membentuk suatu zigot. Perkembangbiakan paraseksual meliputi 3 proses, yaitu:



# Perkembangbiakan Bakteri

- bakteri berkembang biak dengan pembelahan biner (*binary fission*)
- sel bakteri tumbuh sampai mencapai dua kali ukuran asal, kemudian membelah menjadi dua



## Pembelahan biner pada bakteri



**Bila sel tunggal bakteri bereproduksi dengan pembelahan biner, maka secara geometrik pertambahan populasi bakteri adalah seperti tabel di bawah ini :**

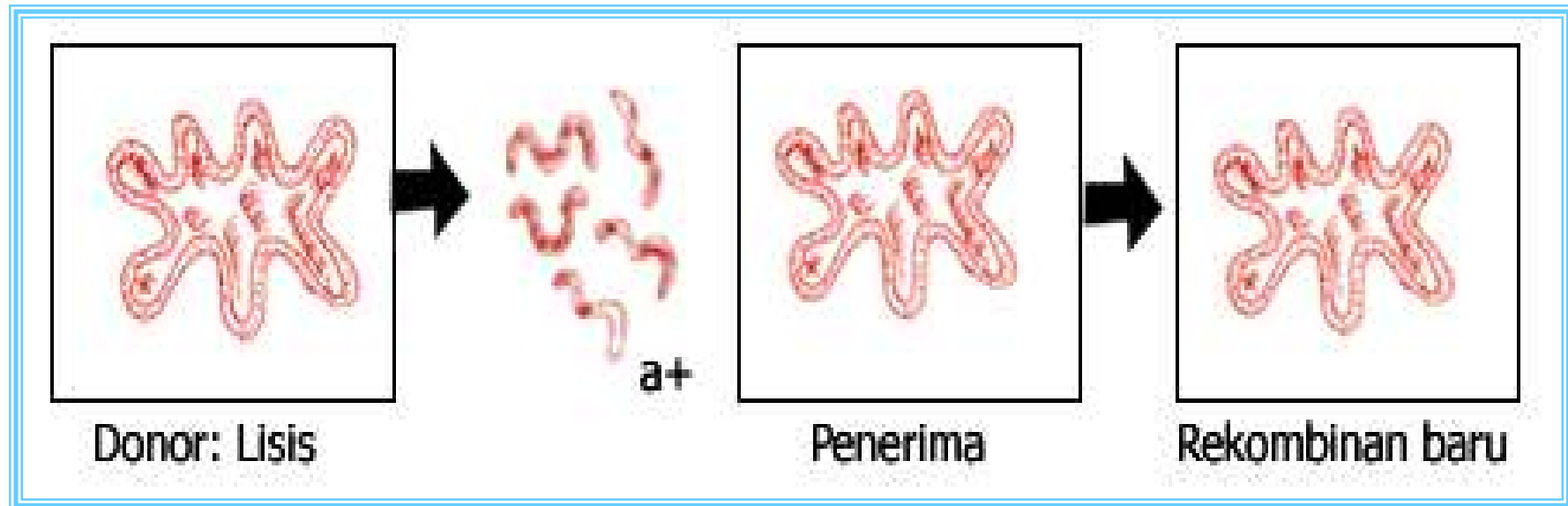
Arithmetic Numbers of Cells	Numbers Expressed as a Power of 2	Visual Representation of Numbers
1	$2^0$	•
2	$2^1$	• •
4	$2^2$	• • • •
8	$2^3$	• • • • • • • •
16	$2^4$	• • • • • • • • • • • • • •
32	$2^5$	• •

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.  
TF7LF~52.JPG

Pertambahan populasi bakteri dengan pembelahan biner

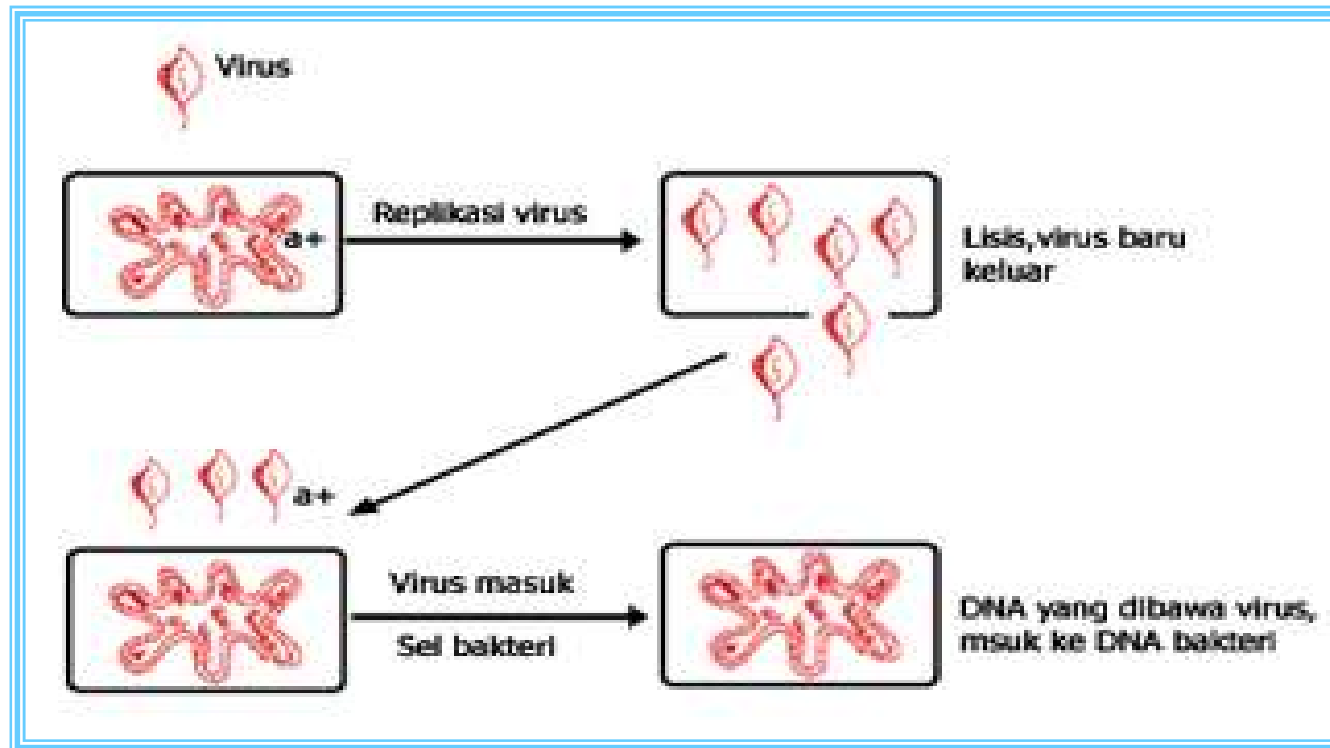
# TRANSFORMASI

Transformasi adalah perpindahan materi genetik berupa DNA dari sel bakteri yang satu ke sel bakteri yang lain



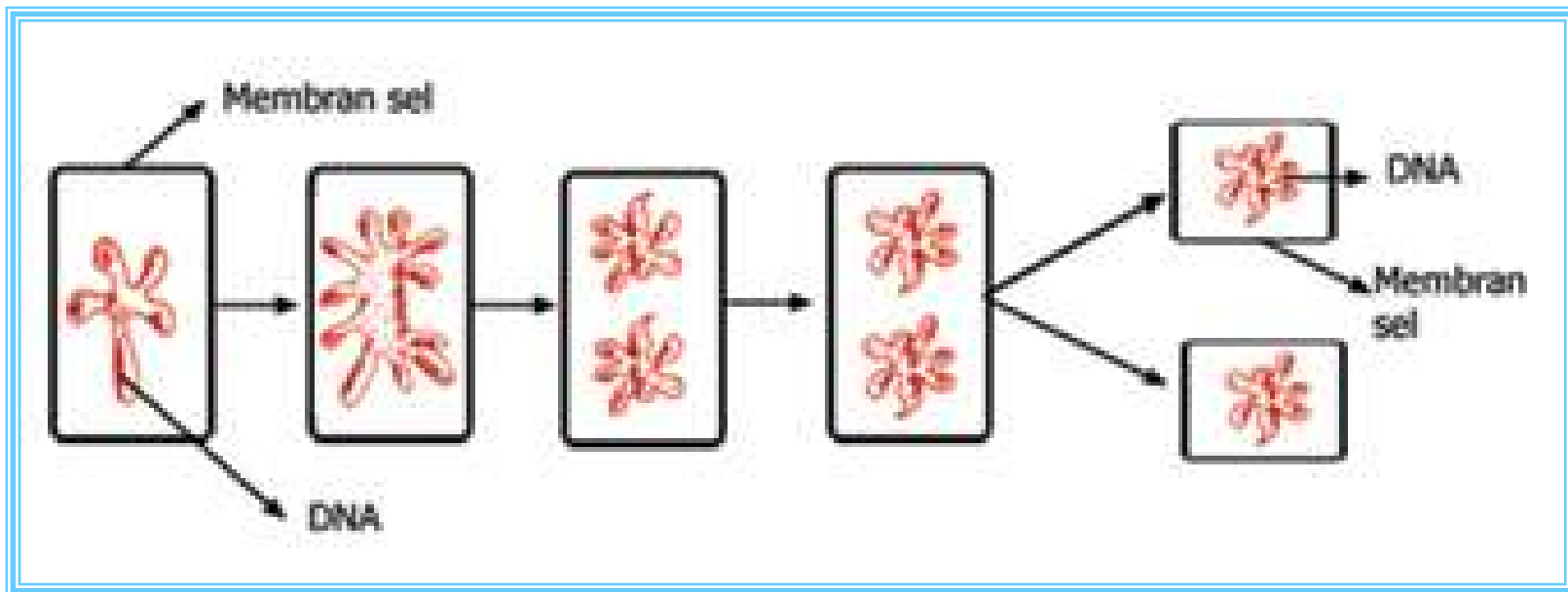
# TRANSDUKSI

Transduksi adalah pemindahan materi genetik bakteri ke bakteri lain dengan perantara virus



# KONJUGASI

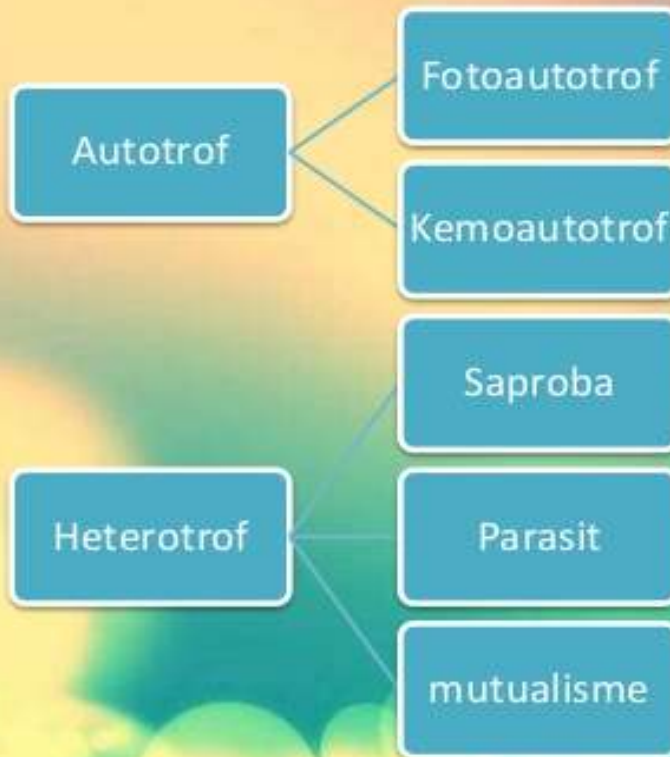
Konjugasi adalah bergabungnya dua bakteri (+ dan -) dengan membentuk jembatan untuk pemindahan materi genetik







# Berdasarkan cara memperoleh makanan



**Autotrof**, bakteri yang dapat membuat makannya sendiri, dari senyawa anorganik dengan menggunakan energi yang berasal dari cahaya matahari atau energi kimia

**Heterotrof**, bakteri yang mendapatkan bakteri dari organisme lain secara saproba, parasit, atau bersimbiosis mutualisme

# BAKTERI AUTOTROF

(*auto* = sendiri, *trophein* = makanan)

- Bakteri yang dapat membuat makanan sendiri dari senyawa anorganik.
- Berdasarkan asal sumber energi untuk membuat makanan, bakteri autotrof dibedakan menjadi:
  - ✓ Bakteri fotoautotrof
  - ✓ Bakteri kemoautotrof

# Bakteri Fotoautotrof

(*foton* = cahaya, *auto* = sendiri, *trophein* = makanan)

- Bakteri yang dapat membuat makanannya sendiri dengan menggunakan energi cahaya matahari atau proses fotosintesis.
- Memiliki pigmen-pigmen fotosintetik:
  1. Pigmen hijau (bakterioklorofil/bakterioviridin)
  2. Pigmen ungu (bakteriorhodopsin)
  3. Pigmen kuning (karoten)
  4. Pigmen merah (bakteriopurpurin)

Bakteri kemoautotrof adalah bakteri yang menggunakan energi kimia untuk mensintesis makanannya. Energi kimia diperoleh dari proses oksidasi senyawa anorganik. Contoh:

*Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* (bakteri nitrit) yang mengoksidasi senyawa amonia menjadi ion nitrit  
*Nitrobacter* (bakteri nitrat) mengoksidasi ion nitrit menjadi ion nitrat

*Gallionella* (bakteri besi) mengoksidasi ion fero menjadi ion feri.

*Hydrogenobacter* (bakteri hydrogen) yang mengoksidasi gas hydrogen menjadi air

# Bakteri Heterotrof

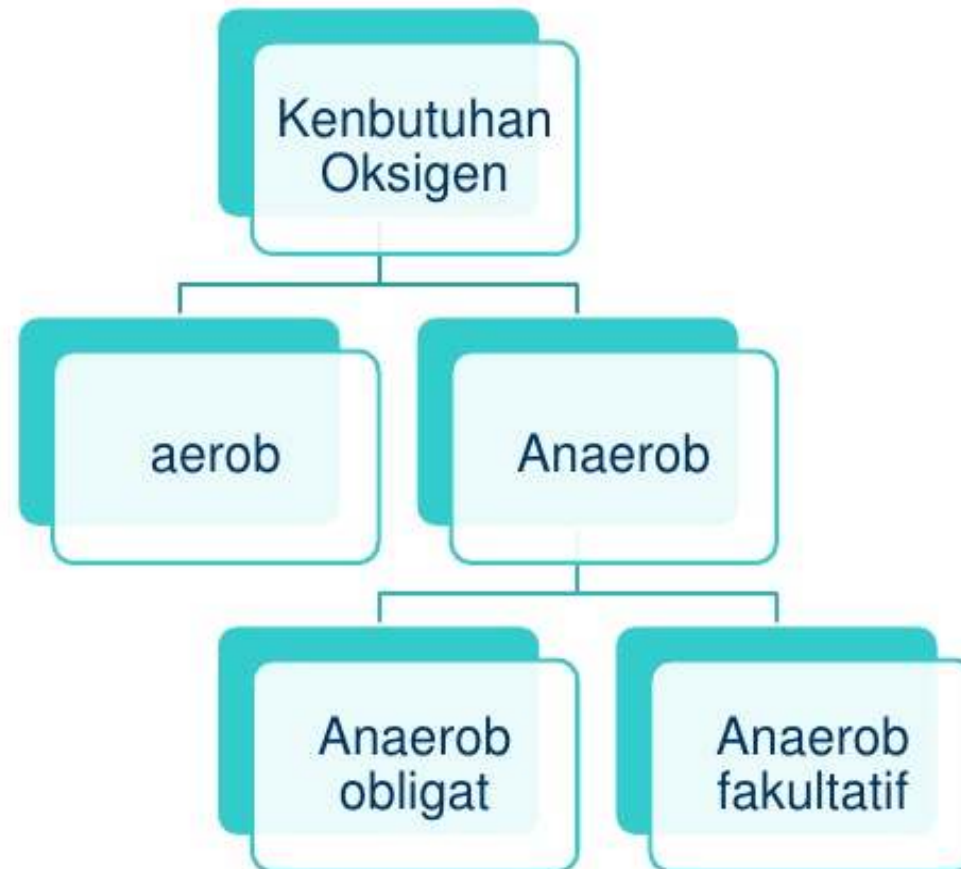
- Bakteri heterotrof (*hetero* = yang lain, *trophein* = makanan) adalah bakteri yang mendapatkan makanan berupa senyawa organik dan organisme lainnya.
- Bakteri heterotrof dapat hidup secara saproba (pengurai), parasit, dan simbiosis mutualisme.

- **Bakteri parasit** adalah bakteri yang mendapatkan makanan dari tubuh organisme lain yang dirumpangnya. Bakteri parasit pada umumnya bersifat patogen (menimbulkan penyakit) bagi tubuh inang.
- *Ralstonia solanacearum* (penyebab layu pada tanaman solanaceae). Tanaman yang terserang menunjukkan gejala layu mendadak bahkan dapat menimbulkan kematian.
- *Pectobacterium* (*Erwinia*) *carotovora* Penyebab busuk lunak).
- *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (penyakit hawar daun pada padi, yang juga dikenal dengan sebutan penyakit kresek)

- **Bakteri saproba (pengurai)** adalah bakteri yang memperoleh makanan dengan cara menguraikan organisme yang sudah mati atau bahan organik lainnya.
- Bakteri saprofit merupakan organisme pengurai (dekomposer) bangkai, tumbuhan yang sudah mati, dan sampah.



## Berdasarkan kebutuhan oksigen



# Aerob

- ***Bakteri aerob***, yaitu bakteri yang menggunakan oksigen bebas dalam proses respirasinya. Misal: Nitrosococcus, Nitrosomonas dan Nitrobacter.
- ***Bakteri aerob obligat***, yaitu bakteri yang hanya dapat hidup dalam suasana mengandung oksigen. Misal: Nitrobacter dan Hydrogenomonas.

# Anaerob

- **Bakteri anaerob**, yaitu bakteri yang tidak menggunakan oksigen bebas dalam proses respirasinya. Misal: Streptococcus lactis
- **Bakteri anaerob obligat**, yaitu bakteri yang hanya dapat hidup dalam suasana tanpa oksigen. Misal: Clostridium tetani. Bakteri ini penyebab penyakit tetanus, oleh karena itu orang yang terkena tetanus diberikan udara yang kaya oksigen untuk mempercepat proses penyembuhannya.
- **Bakteri anaerob fakultatif**, yaitu bakteri yang dapat hidup dengan atau tanpa oksigen. Misal: Escherichia coli, Salmonella thypose dan Shigella

# Peranan bakteri yang menguntungkan

## A. BAKTERI SEBAGAI PENGURAI

### 1. *Escherichia coli*

- Membantu membusukkan makanan
- Membantu pembentukan vitamin K yang penting dalam pembekuan darah

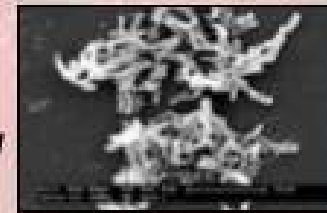


2. *Methanobacterium omelianski*

*Kegunaan: menguraikan asam cuka menjadi metana*

3. *Clostridium sporangeus*

*Kegunaan: menguraikan asam amino menjadi amonia*



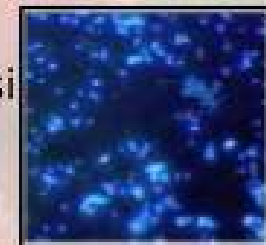
4. *Desulfovibrio desulfuricans*

*Kegunaan: menguraikan bangkai*

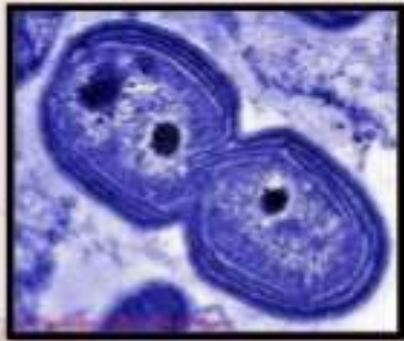


5. *Thiobacillus denitrificans*

*Kegunaan: menguraikan nitrit dan menghasilkan N Denitrifikasi*



6. *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*.  
Kegunaan: amonia menjadi nitrit

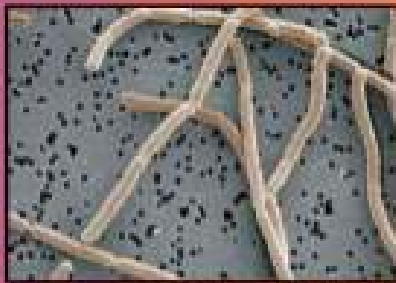


7. *Nitrobacter*  
Kegunaan: nitrat menjadi nitrit

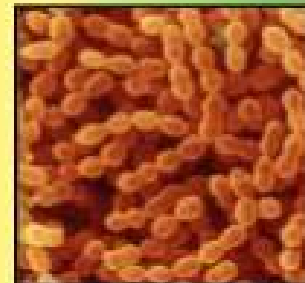


## B. BIDANG INDUSTRI MAKANAN

1. *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*  
Nama Produk/Makanan : Yoghurt  
Bahan Baku : Susu



*Lactobacillus bulgaricus*



*Streptococcus thermophilus*



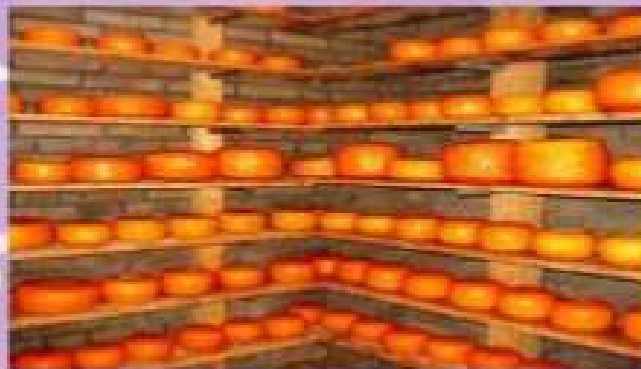
## 2. *Streptococcus lactis*

Nama Produk/Makanan : Mentega, keju

Bahan Baku : Susu



✓ *Streptococcus lactis* menghasilkan asam laktat untuk proses fermentasi keju.



MARCELLA'S CREATION



## C. BIDANG PERTANIAN

### 1. *Rhizobium Leguminosarum*

*Peran* : Mencukupi kebutuhan nitrogen pada tanaman legum

*Proses* :

- Bakteri ini akan menginfeksi akar tanaman dan membentuk bintil akar di dalamnya.
- Bintil-bintil akar melepaskan senyawa nitrogen organik ke dalam tanah tempat tanaman polong hidup. Dengan demikian terjadi penambahan nitrogen yang dapat menambah kesuburan tanah.

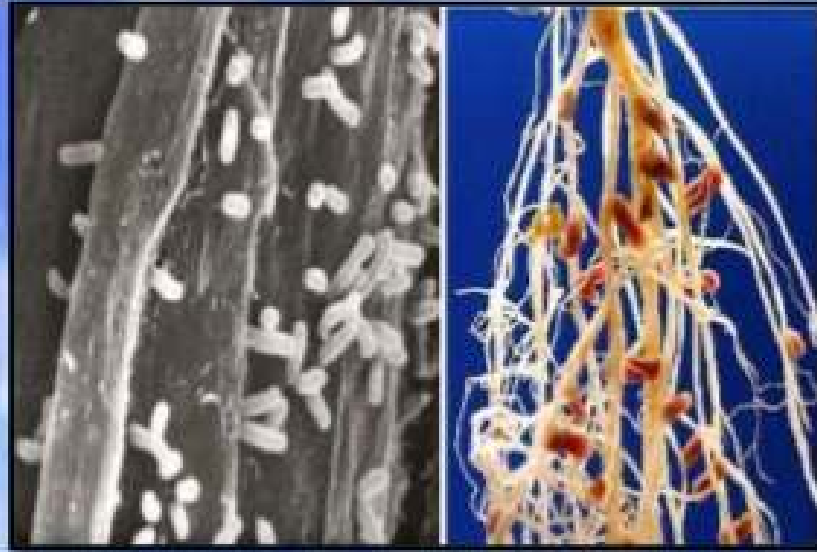




*Rhizobium Leguminosarum*



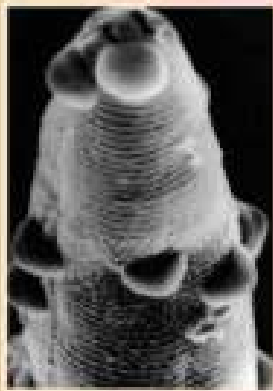
Tanaman legum



*Nitrogen-fixing nodules on leguminous-plant roots*

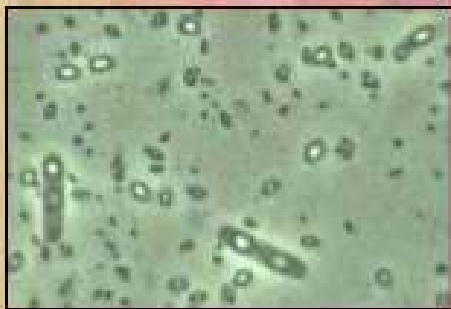
2. *Pasteuria penetrans*

Peran : Pengendalian nematoda pada tanaman lada.



3. *Bacillus thuringiensis*

Peran : Menyerang hama



# Penyebab penyakit pada Tanaman

No.	Nama bakteri	Penyakit yang ditimbulkan
1.	<i>Xanthomonas oryzae</i>	Menyerang pucuk batang padi
2.	<i>Xanthomonas campestris</i>	Menyerang tanaman kubis
3.	<i>Pseudomonas solanacaerum</i>	Penyakit layu pada famili terung-terungan
4.	<i>Erwinia amylovora</i>	Penyakit bonyok pada buah-buahan





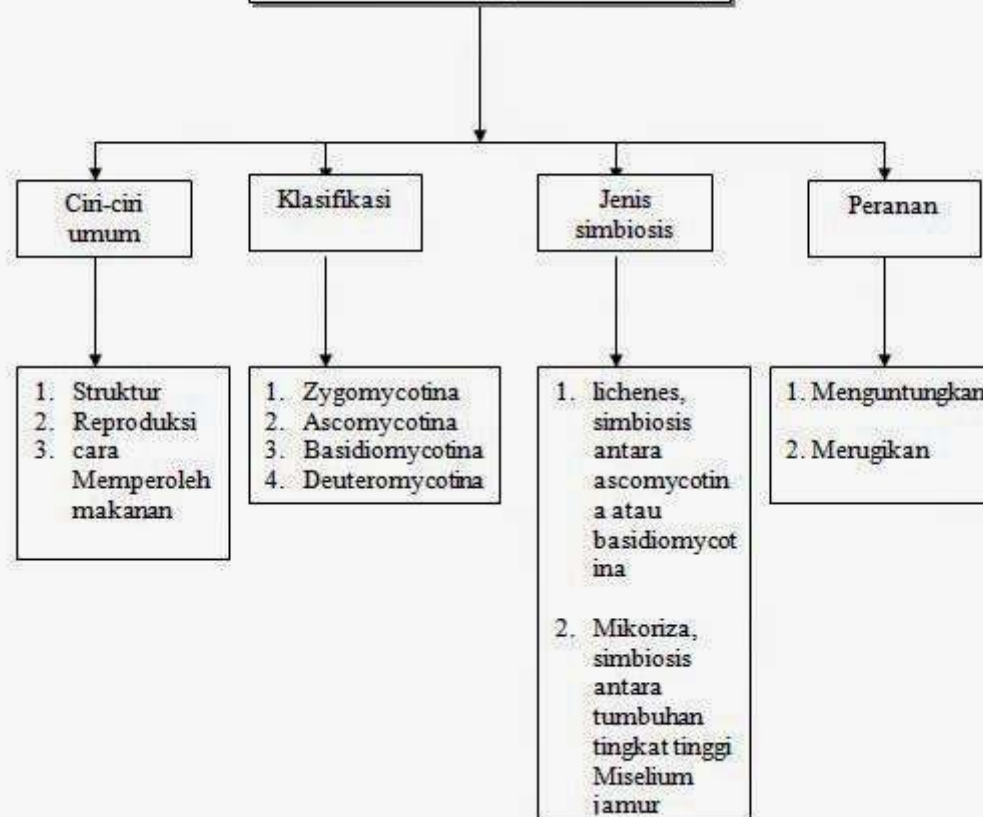
# JAMUR





Yenny liswarni

## PETA KONSEP

# JAMUR (FUNGI)



## Ciri – Ciri Umum

- Eukariotik (memiliki membran inti)
- Tidak memiliki klorofil (heterotrof)
- Uniseluler dan multiseluler 
- Beberapa memiliki zat warna
- Mendapatkan nutrisi dengan absorpsi
- Bentuknya bermacam-macam 
- Dinding sel tersusun dari zat kitin

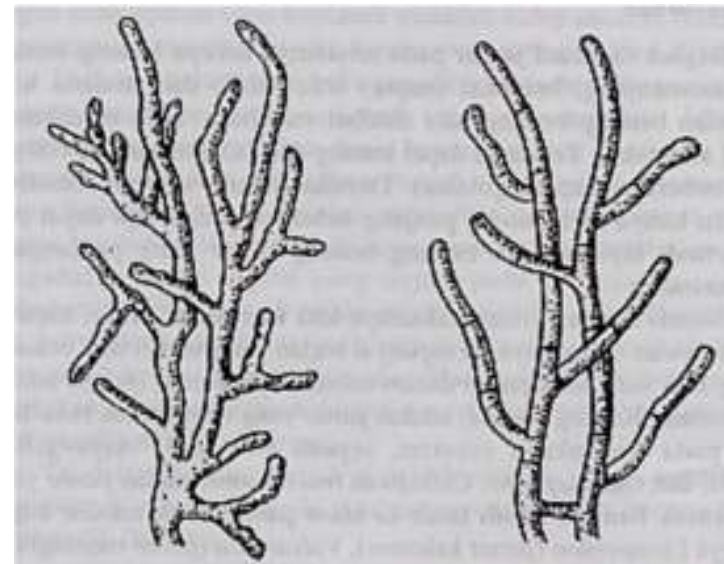
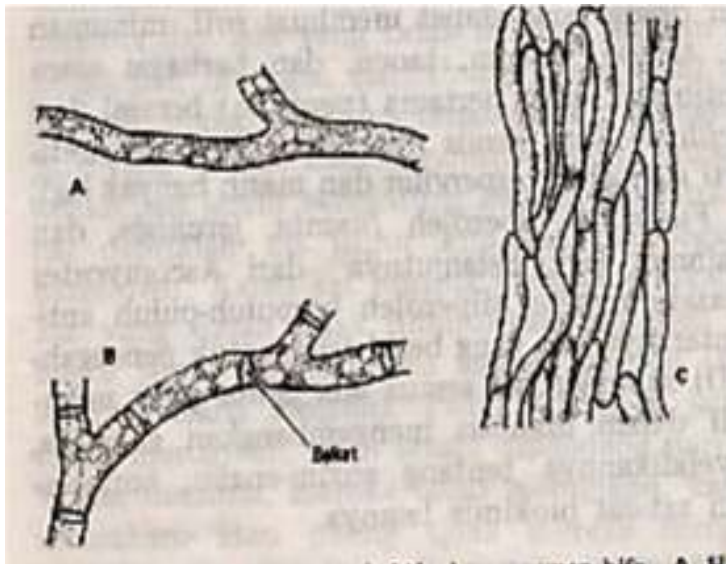
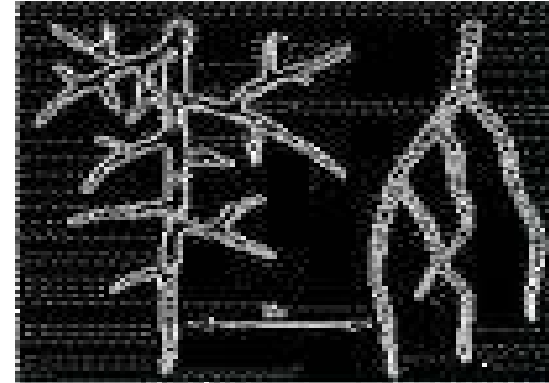
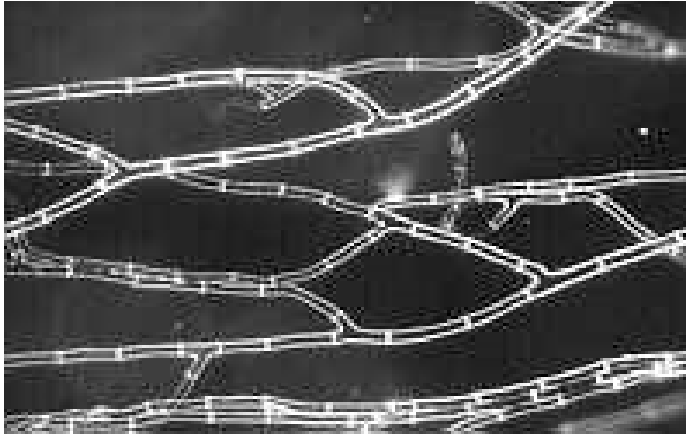


## **BEBERAPA STRUKTUR TUBUH JAMUR**

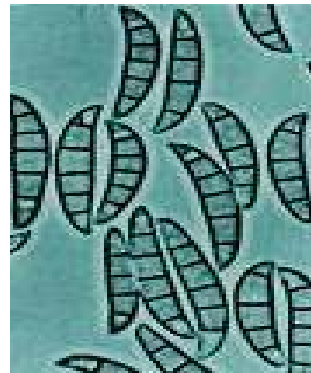
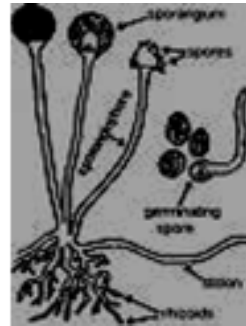
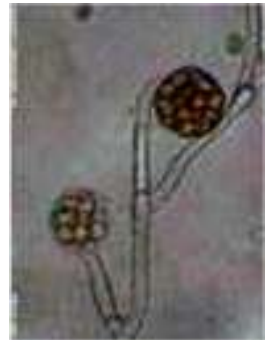
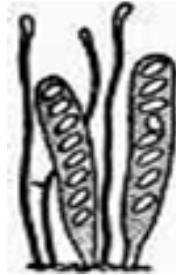
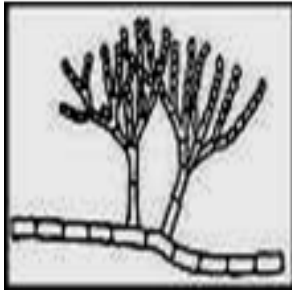
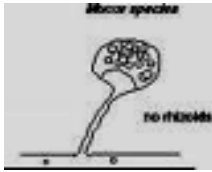
- 1. HIFA/MISELIUM**
- 2. SPORA/KONIDIA**
- 3. KLAMIDOSPORA**
- 4. KONIDIOSPORA**
- 5. ASKUS**
- 6. ASKOSPORA**
- 7. BASIDIUM**
- 8. BASIDIOSPORA**
- 9. SKLEROTIUM**
- 10. ASERVULUS**

# STRUKTUR TUBUH JAMUR

## Hifa/Miselium



# SPORA/KONIDIA



# Cara hidup

- jamur bersifat heterotrof memperoleh zat makanan dari hasil sintesis organisme lain, baik dari organisme mati maupun dari organisme hidup
- Berdasarkan cara memperoleh makanan jamur bersifat : saprofit, parasit, dan simbiosis

- **Saprophyt** → memperoleh zat organik dari sisa organisme mati dan bahan tak hidup, berperan sebagai pengurai atau dekomposer
- **Parasit** → memperoleh zat organik dari organisme hidup lain, bersifat merugikan karena menimbulkan penyakit
- **Mutual** → hidup saling menguntungkan, contoh : -  
jamur dengan ganggang hijau biru yang membentuk **lumut kerak** (*lichen*)  
- jamur dengan akar tumbuhan tingkat tinggi membentuk **mikoriza**

*Auricularia auricula* → saprofit pada kayu lapuk



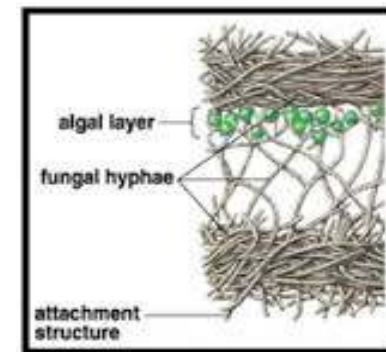
*Ustilago maydis* → parasit pada jagung



simomot.com

# Lumut Kerak (Lichen)

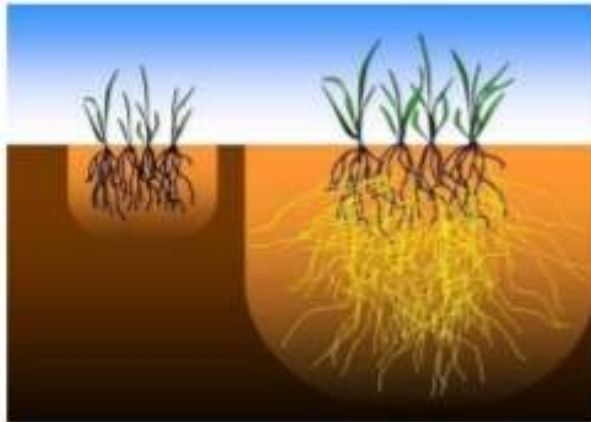
- Simbiosis mutualisme antara jamur Ascomycotina atau Basidiomycotina dengan ganggang
- Jamur mendapatkan makanan, sedangkan alga mendapat air
- Dapat menjadi indikator udara, jika berwarna hijau/cerah udara sekitar masih bersih, jika berwarna kusam udara sekitar sudah tercemar





# Mikoriza

- Adalah simbiosis mutualisme antara jamur dan akar tumbuhan tingkat tinggi, seperti pinus
- Jamur mendapatkan makanan, sedangkan pinus akan lebih efektif menyerap air dan mineral dari tanah



# KERUGIAN JAMUR

*Aspergillus flavus* pada jagung





**BLAS Daun**



**BLAS Leher**



**BLAS Buku**



**BLAS Kolar**

**Sumber : BBpadi**

Layu **FUSARIUM**  
Pada Tanaman **PISANG**



Reproduksi

Aseksual (vegetatif/tak kawin)

Seksual (generatif/kawin).

Aseksual : pembentukan tunas/kuncup pada jamur uniseluler serta pemutusan benang hifa (Fragmentasi miselium dan pembentukan spora aseksual (spora vegetatif)).

Konidiospora dihasilkan dari pembelahan mitosis sel pada ujung konidiofor (pendukung konidia).

Reproduksi jamur secara seksual dilakukan oleh spora seksual. Spora seksual dihasilkan secara singami (penyatuan sel atau hifa yang berbeda jenis).

## KLASIFIKASI

Kingdom : Fungi pengelompokan berdasarkan cara reproduksi Seksualnya :

**Zygomycetes,**

**Ascomycetes**

**Basidiomycetes** (spora tidak berflagelum)

yang berflagelum dikelompokan dalam kelompok protista. Jamur yang belum diketahui cara reproduksi seksualnya dikelompokan dalam

**Deuteromycetes**(jamur tidak lengkap)



## Klasifikasi kingdom fungi

Diklasifikasikan berdasarkan cara spora dihasilkan.  
Ada 4 kelompok Fungi, yaitu :

1. ***Zygomycotina***
2. ***Ascomycotina***
3. ***Basidiomycotina***
4. ***Deuteromycotina***



# PENYEBARAN

1. Angin
2. Serangga
3. Manusia
4. dll

# ALGAE



- Merupakan organisme eukariotik autotrof
- Mengalami fotosintesis
- bukan tanaman
- Sebagian besar warna dipengaruhi oleh :
  - Klorofil a
  - karotenoid
  - biloprotein



# ALGA

- organisme autotrof yang tidak memiliki organ dengan perbedaan fungsi yang jelas
- tidak memiliki batang, akar, dan daun, tubuhnya hanya berupa talus
- termasuk Kingdom Protista kecuali Alga hijau-biru termasuk kedalam Kingdom Monera

Ciri-ciri dan sifat alga :

1. tidak memiliki batang, akar, dan daun → tubuhnya disebut dengan talus
2. pigmen lain yang dimiliki selain klorofil yaitu fikoeritrin, xantofil, dan karotin
3. bersifat eukariotik , atau mempunyai membran inti sel
4. memiliki klorofil sehingga bersifat autotrof

5. bentuk talus beraneka ragam, uniseluler  
bentuk talusnya seperti bola,  
batang, kotak dan kumparan
  - multiseluler bentuk talusnya benang (*filamen*), lembaran, seperti daun
6. reproduksi secara vegetatif dengan pembelahan sel, fragmentasi, pembentukan spora (*zoospora* dan *alpanospora*) dan secara generatif dengan isogami dan oogami
7. habitat di air tawar, air laut, dan tempat yang lembab

# Protista Mirip Tumbuhan

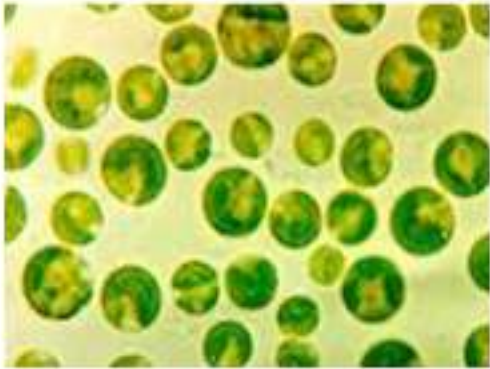




## 1. Alga Hijau (Chlorophyta)

- a. uniseluler, multiseluler berbentuk benang, lembaran dan koloni
- b. mempunyai membran inti sel
- c. klorofil bersifat dominan sehingga bewarna hijau
- d. klorofil dan pigmen lain terdapat dalam kloroplas yang berbentuk mangkuk, gelang, pita, jala dan bintang
- e. reproduksi secara seksual/generatif dengan isogami, anisogami, dan oogami
  - secara aseksual/ vegetatif dengan zoospora dan *alpanospora*
- f. habitat di air tawar, air laut dan tempat-tempat lembab

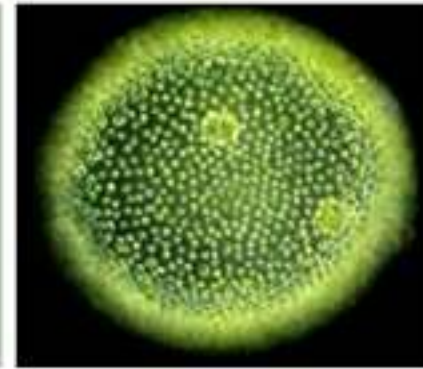
# Contoh Alga hijau



*Chlorella*



*Chlamydomonas*



*Volvox*



*Spirogyra*



*Ulva*

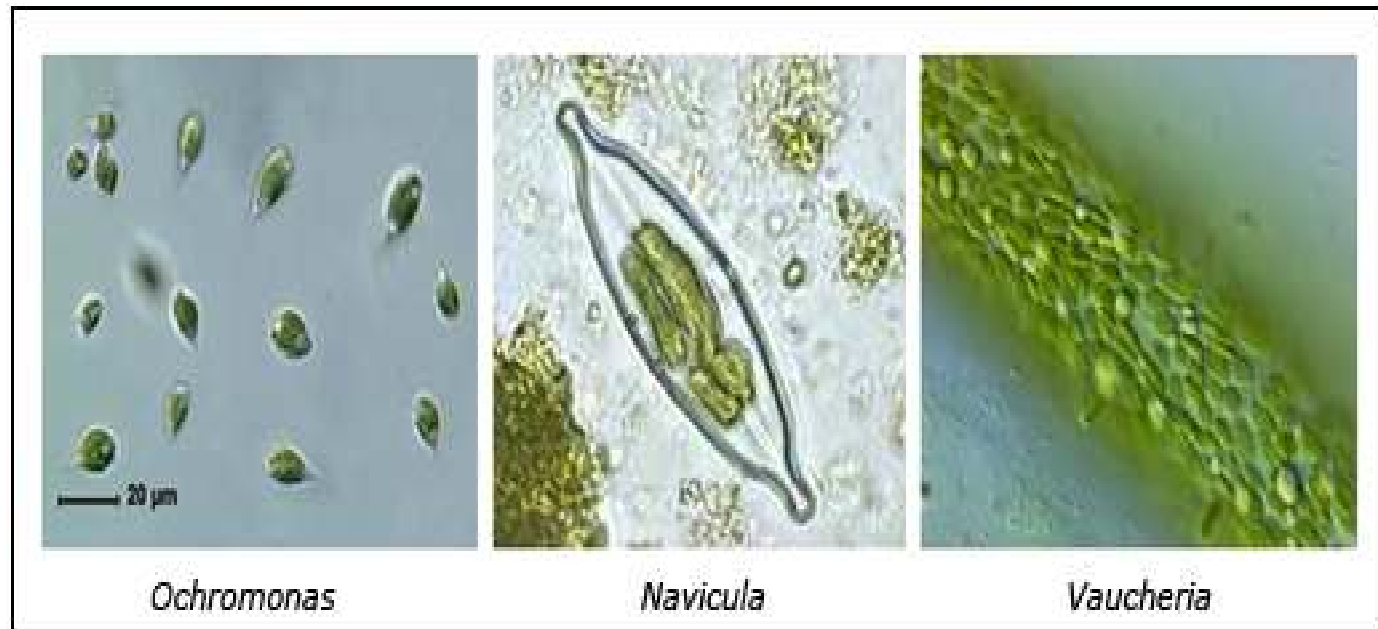


*Chara*

## 2. Alga keemasan (Chrysopyta)

- a. uniseluler, multiseluler berupa koloni atau filamen
- b. bersifat eukariotik
- c. kloroplas berbentuk cakram, pita, atau oval
- d. kandungan pigmen karotin dan xantofil lebih banyak dibanding klorofil sehingga berwarna keemasan
- e. reproduksi secara vegetatif (aseksual) dengan membelah diri dan secara generatif (seksual) dengan peleburan gamet
- f. habitat di air tawar, laut, dan tempat-tempat lembab

## Contoh Alga keemasan



### 3. Alga Coklat (Phaeophyta)

- a. umumnya makroskopis
- b. berbentuk lembaran atau benang
- c. mempunyai gelembung-gelembung udara yang berfungsi sebagai pelampung
- d. bersifat eukariotik
- e. pigmen xantofil lebih dominan dari pada pigmen lain sehingga bewarna kecoklatan
- f. hampir semua alga coklat hidup di laut
- g. berkembangbiak secara vegetatif dengan fragmentasi dan spora (aplanospora dan zoospora) dan secara generatif dengan isogami, oogami, dan anisogami

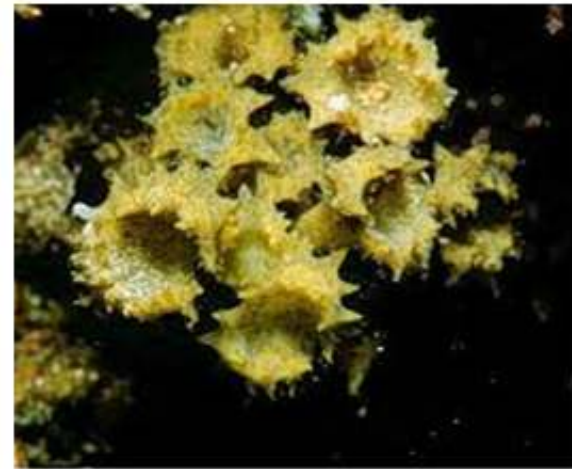
# Contoh alga coklat



*Fucus*



*Sargassum*



*Turbinaria*

## 4. Alga Merah (Rhodophyta)

- a. bersifat eukariotik
- b. pigmen fikoeritrin lebih dominan dibanding pigmen lain, sehingga berwarna merah
- c. hidup di air tawar, laut dan air payau
- d. multiselluler atau ber sel banyak
- e. berukuran makroskopis, sehingga dapat dilihat dengan mata telanjang
- f. berkembang biak secara vegetatif dengan spora dan secara generatif dengan oogami dan pembuahan sel kelamin betina dan sel kelamin jantan (spermatium)

# Contoh Alga Merah



*Euchema spinosum*



*Gracillaria*



*Gelidium*



## Manfaat Alga bagi Kehidupan Manusia

- di bidang pertanian :
  - Laminaria sp. → untuk pupuk pertanian
  - Spirogyra dan Chara braunii → bahan percobaan fotosintesis
  - beberapa ganggang merah seperti Eucheuma spinosum dan Agardhiella digunakan sebagai dasar pembentukan gel untuk media biakan mikrobiologis serta fase padat pada elektroforesis gel

## Morfologi.

- Algae sebagaimana protista eukariotik yang lain, mengandung nukleus yang dibatasi membran. Benda-benda lain yang ada di dalamnya ialah pati dan butir-butir seperti pati, tetesan minyak, dan vakuola.
- Setiap sel mengandung satu atau lebih kloroplas, yang dapat berbentuk pita atau seperti cakram-cakram sebagaimana yang terdapat pada tumbuhan hijau
- Di dalam matriks kloroplas terdapat gelembung-gelembung pipih membran yang dinamakan *tilakoid*. Yang berisikan klorofil dan pigmen-pigmen pelengkap yang meupakan situs reaksi cahaya pada fotosintesis

## Reproduksi

- Algae berkembang biak secara seksual atau aseksual.
- Reproduksi aseksual mencakup pembelahan biner sederhana seperti yang dijumpai pada bakteri.
- Pembelahan biner: Suatu fragmen yang terlepas dari organisme multisel yang telah tua (berkembang
- Pembentukan spora (akinet): sel vegetatif yang berdinding tebal yang dapat bertahan pada kondisi ekstrim.
- Reproduksi secara seksual disebut *konyugasi gamet* ( sel seks). Dan menghasilkan *zigot*. Jika gamet-gamet yang dihasilkan serupa, maka proses tersebut dinamakan *isogami*, bila gamet-gamet yang berbeda ukuran disebut *heterogami*.

## Reproduksi

- **Pada algae tingkat tinggi, gamet (sel kelamin) ini dapat lebih mudah dibedakan:**
  - Ovum (sel kelamin betina), ukuran lebih besar dan non motil
  - Sperma (sel kelamin jantan), ukuran lebih kecil dan motil
  - Proses seksual disebut Oogami
  - Bisexual : 2 gamet dibentuk pada 1 individu
  - Uniseksual : 2 gamet dibentuk pada individu yang berbeda.

# Manfaat

Alga	
Hijau	Makanan ternak, Makanan astronot
Merah	Pembuatan agar-agar
Coklat	Penghasil iodin, bahan campuran es krim, makanan ternak
Emas	Indikator minyak bumi, Bahan pembuatan peledak, Pembuatan cat,



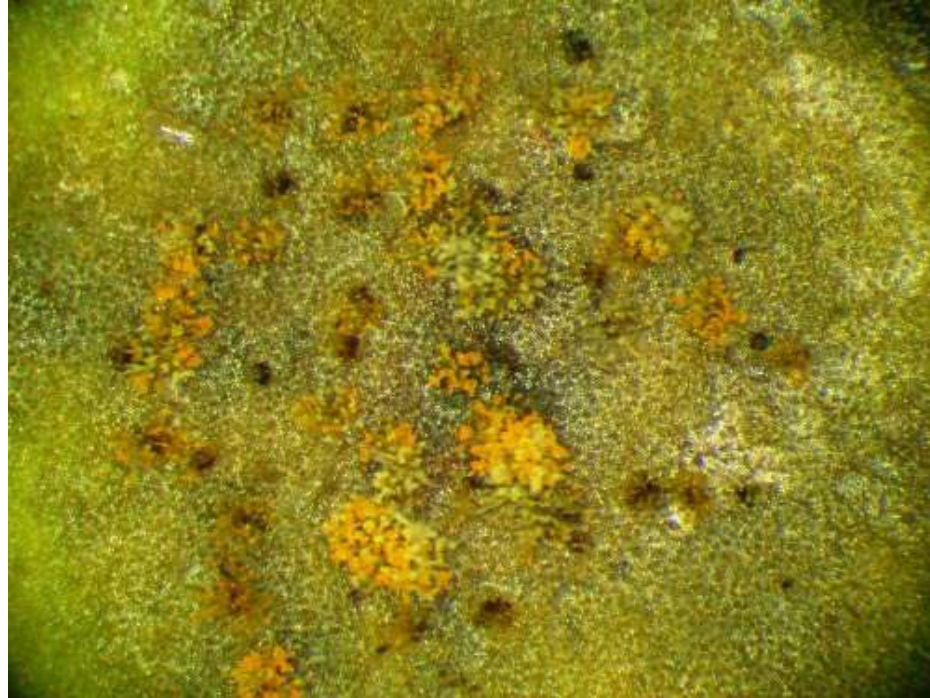
BIOLUMINENSI



**Algal leaf spot of avocado (*Persea americana*) in Hilo, Hawai'i, caused by *Cephaleuros virescens***



**Algal leaf and fruit spot of guava caused by *Cephaleuros parasiticus***



***Cephaleuros parasiticus* algal thallus emerging through the epidermis of the underside of a guava leaf (*Psidium guajava*, highly magnified). This brightly pigmented alga is often mistaken for a rust fungus. The hematochrome pigments, astaxanthin and B-carotene, lend a yellowgreen to dark reddish-orange color to the thallus of *Cephaleuros*. (Photo**



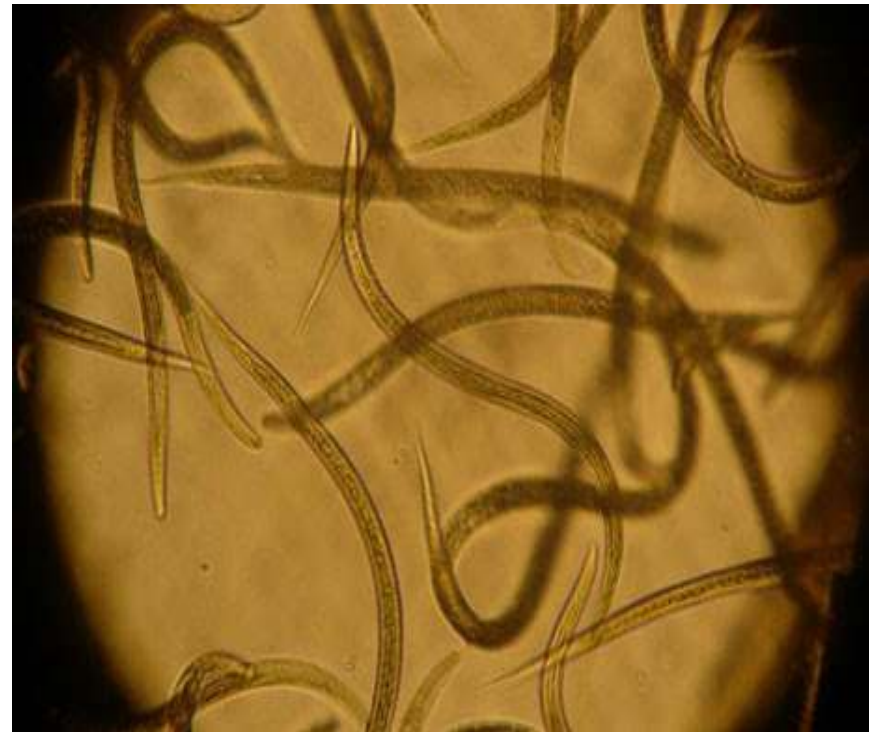
Terimakasih

# NEMATODA

## ❖ Pengertian nematoda :

- organisme binatang
- mikroskopis
- bergerak aktif
- transparan
- mempunyai kepala, tubuh, ekor
- tidak bersegmen (tidak ada batas yang jelas antara kepala, tubuh dan ekor)

# NEMATODA



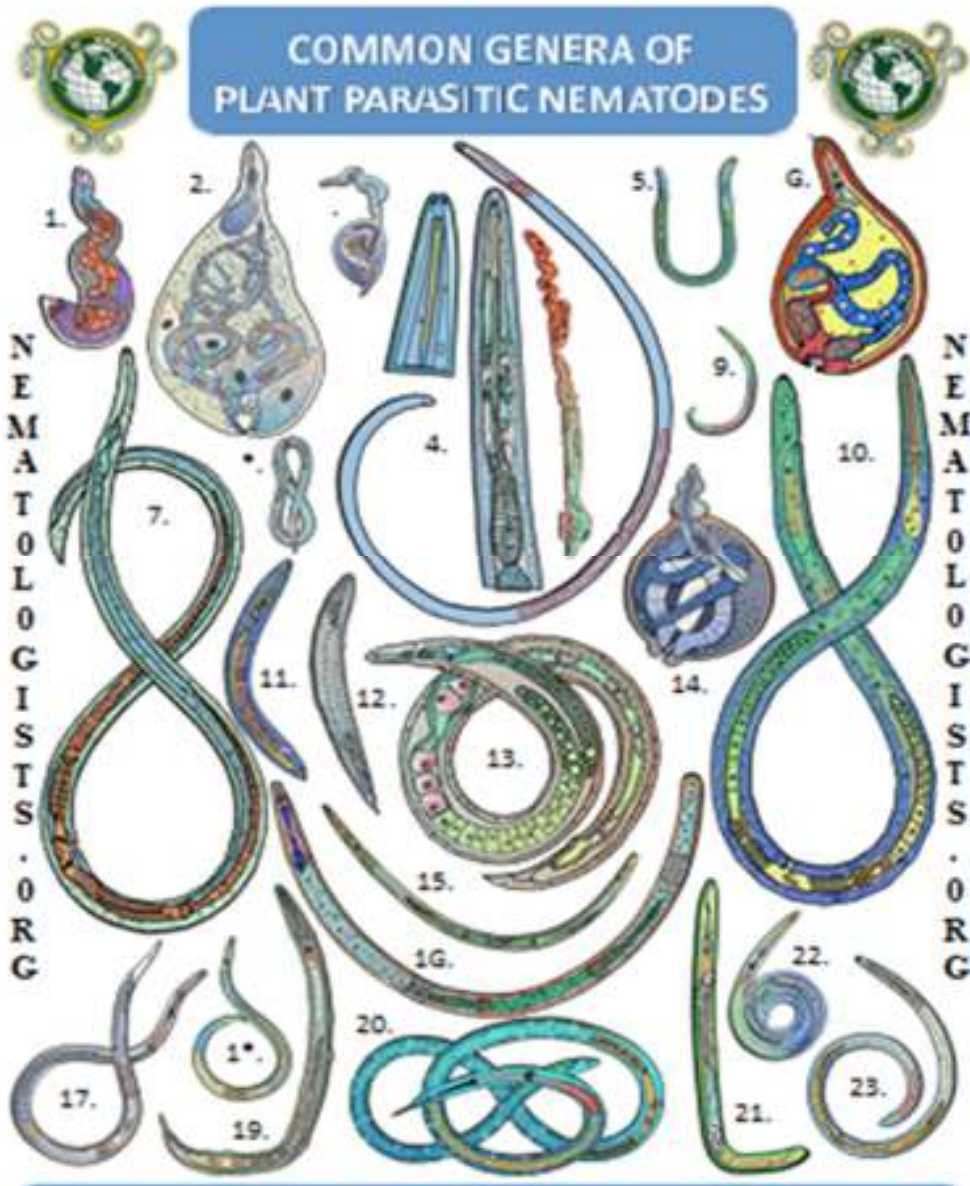
**Nematoda mempunyai sistem anatomi seperti binatang antara lain :**

1. sistem pencernaan (stilet, mulut, esofagus, usus, anus)
2. sistem reproduksi (**jantan** : testis, spermateka)  
(**betina** : ovarium, oviduct, uterus, vagina)
3. sistem syaraf : syaraf pusat (**nerving**)
4. sistem penerima rangsang (**amfid** pada kepala dan **fasmid** pada ekor)
5. sistem gerak (**kontraksi otot**)

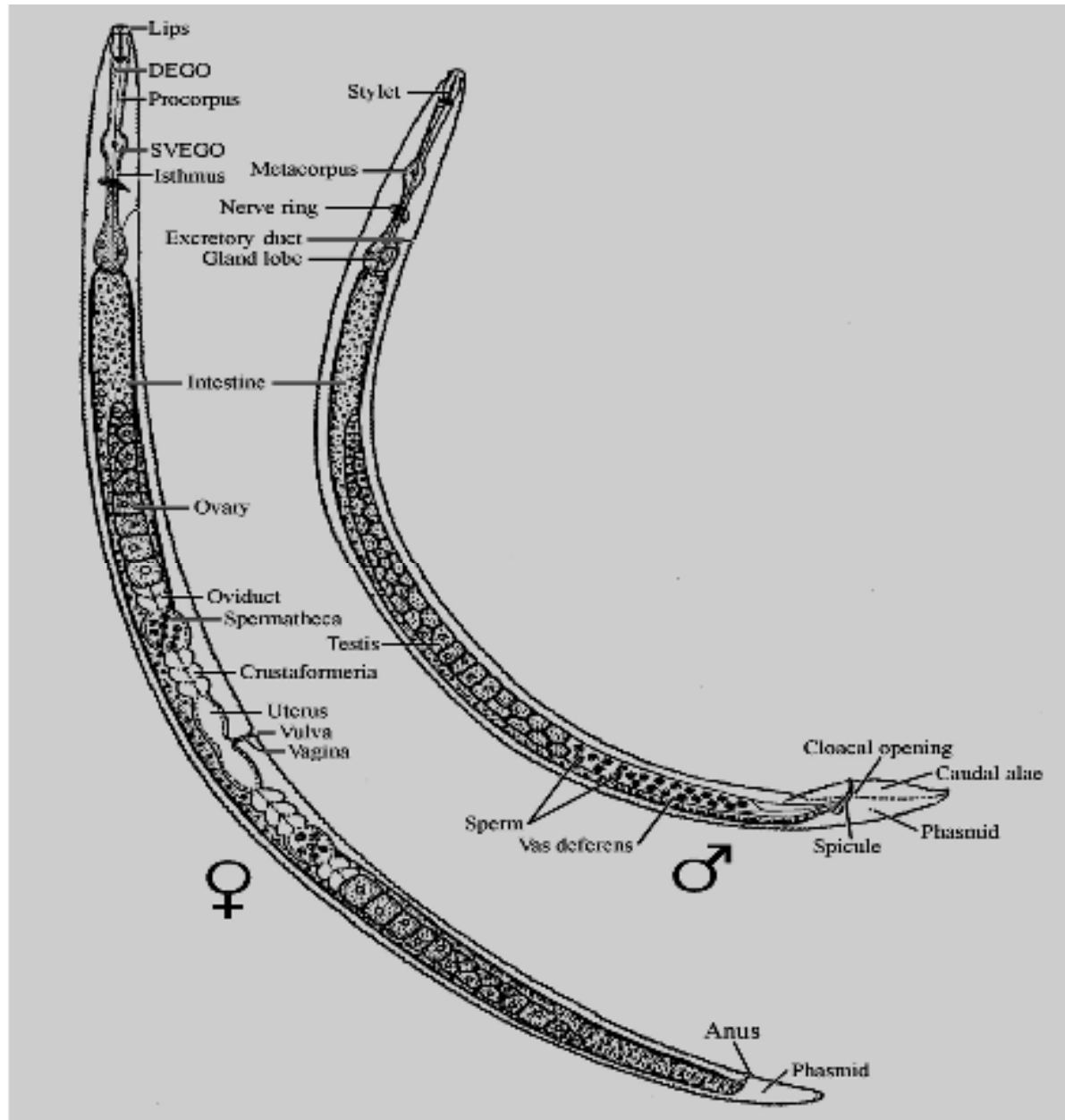
# **MORFOLOGI**

- bentuk dasar bulat memanjang menyerupai benang
- beberapa jenis mengalami perubahan bentuk dalam perkembangan tubuhnya dari larva sampai dewasa
- mempunyai bentuk spesifik/bentuk istimewa yang merupakan ciri spesifik genus nematoda

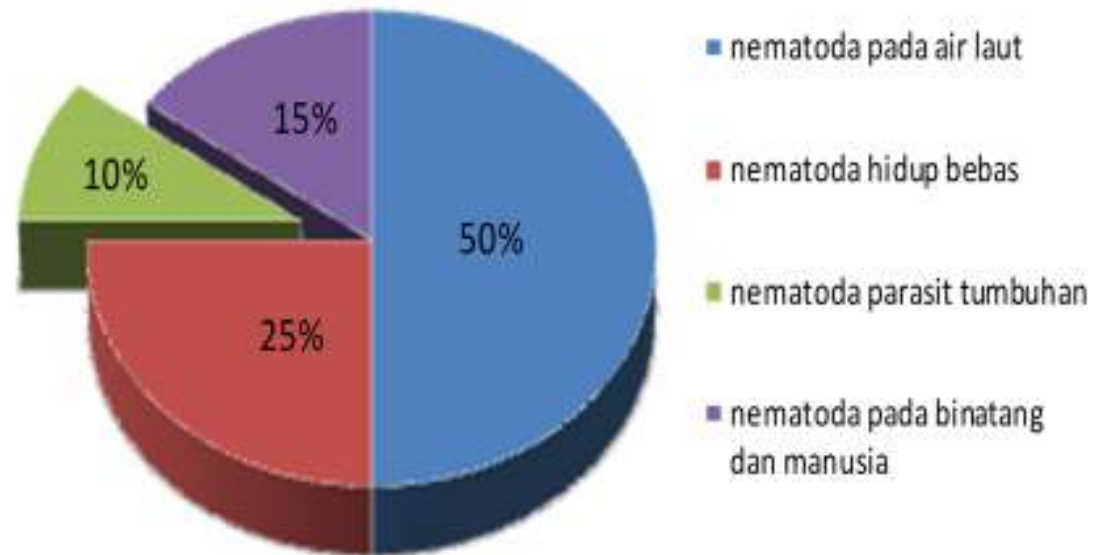
**BENTUK  
SPESIFIK  
NEMATODA**



**MORFOLOGI DAN  
ANATOMI  
NEMATODA  
BETINA DAN  
JANTAN**



# HABITAT NEMATODA





## PERANAN NEMATODA

- **Saprofit** , pengurai bahan organik dalam tanah  
contohnya : *Rhabditis* sp.
- **Predator**, pemakan bakteri, jamur, ganggang ,nematoda dan organisme lain yang lebih kecil  
contohn : *Mononchus* sp.
- **Parasit**, pada manusia, hewan (*Wuchereria bancrofti*,  
tanaman (*Meloidogyne* spp.)
- **Vektor virus** : *Xiphinema index* vektor Arabis Mosaic  
Virus
- **Patogen serangga** (agen hayati), penyebab penyakit  
pada serangga  
contoh : *Steinernema*

# SIKLUS HIDUP

Terdiri dari 3 stadia :

1. telur

2. larva : mengalami 4 kali ganti kulit

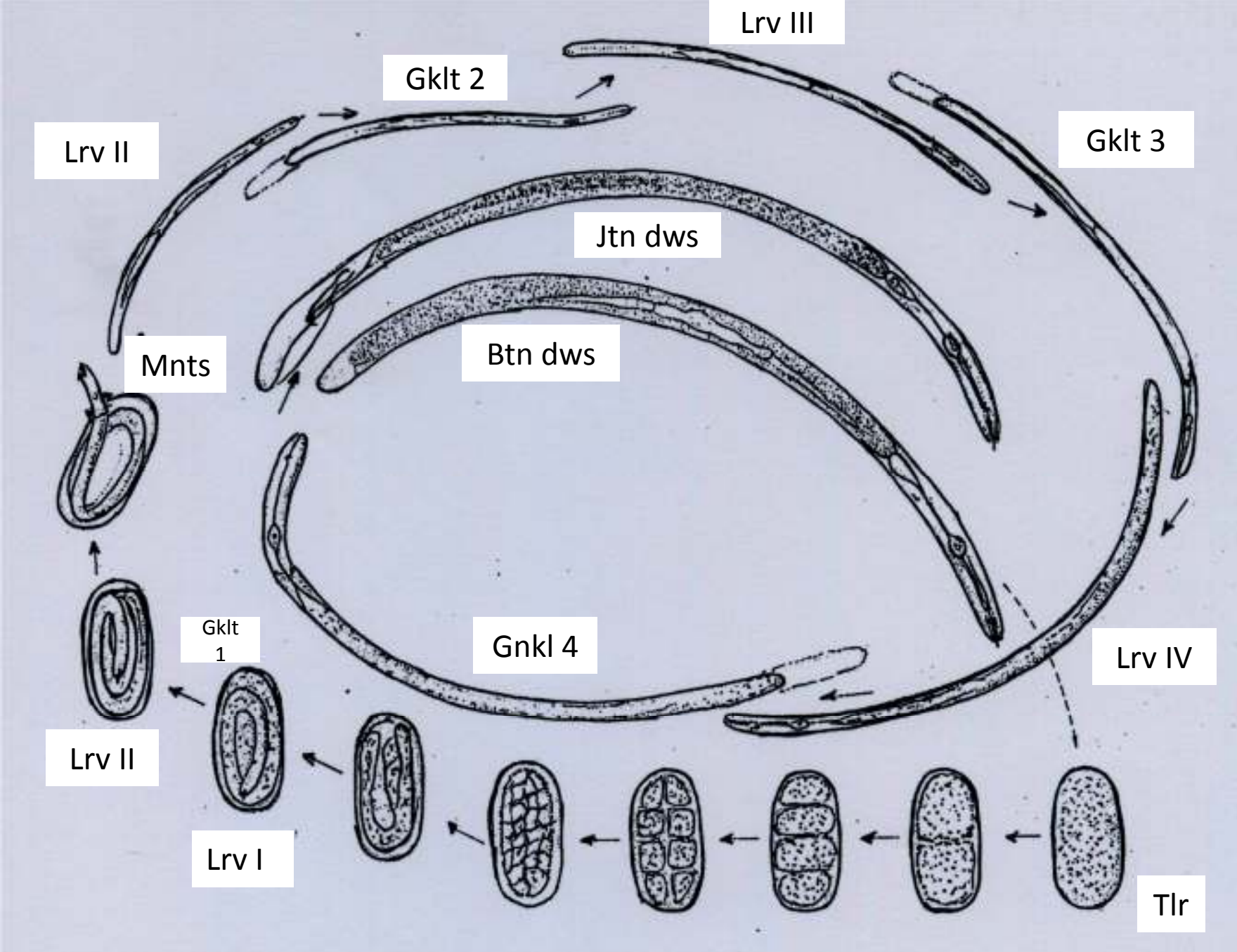
-tahap 1 (dlm telur)

-tahap 2 (dlm telur, luar telur)

-tahap 3

-tahap 4

3. dewasa



# REPRODUKSI

1. **Kawin** : perkawinan jantan dan betina, menghasilkan telur, larva, dewasa
2. **Hermafrodit** : dalam satu tubuh ada 2 organ reproduksi , yaitu organ penghasil sperma dan organ penghasil sel telur shg terjadi pembuahan sendiri dalam satu tubuh.
3. **Partenogenesis** : terjadinya individu baru karena perkembangan dari telur tanpa perkawinan dan tanpa pembuahan

# **PENYEBARAN**

- 1. aktif bergerak dengan sistem gerak yaitu otot tubuh**
- 2. melalui air tanah, pengairan**
- 3. melalui serangga atau binatang lainnya**
- 4. bahan perbanyakan tanaman**
- 5. alat pertanian**

## **FAKTOR LINGKUNGAN**

**1. kelembaban tanah optimum**

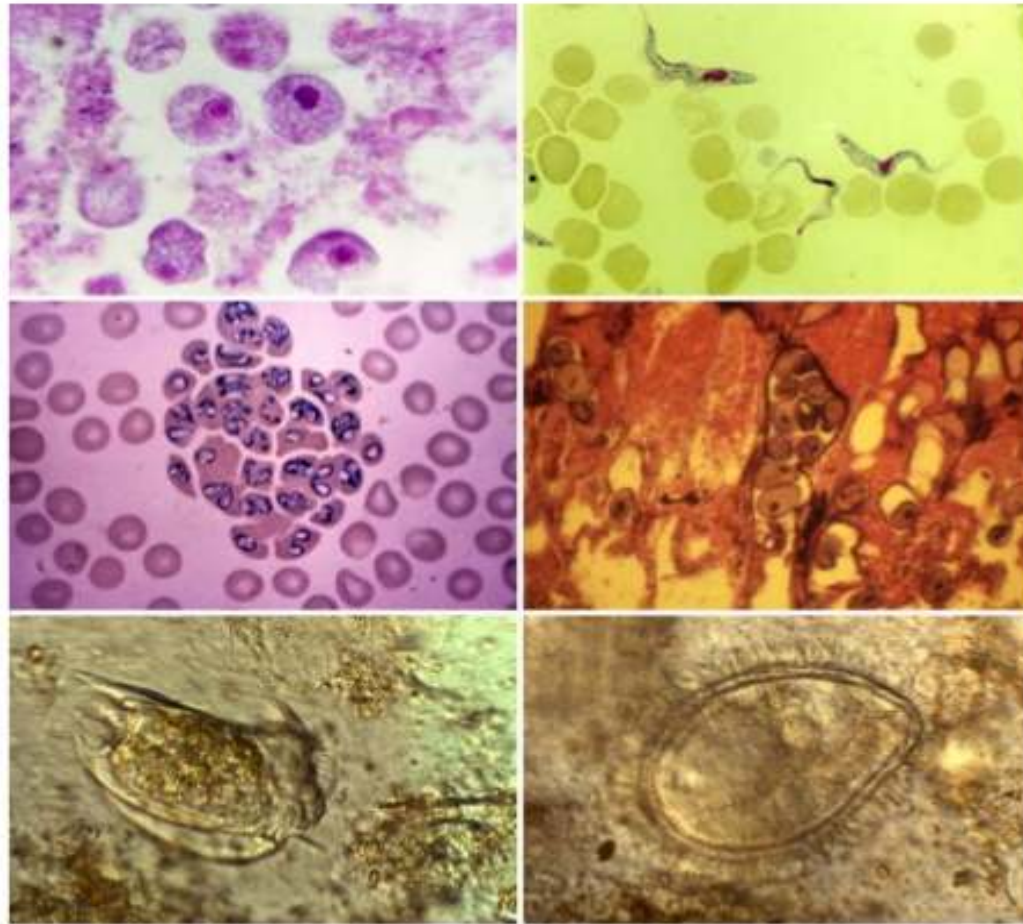
**40-60%**

**2. suhu tanah optimum 15-30°C**

**3. pH tanah optimum 5-7**

**4. kandungan oksigen tanah 18-21%**

**5. menyukai tanah yang berpori/tidak padat**



# PROTOZOA

**Protozoa** adalah organisme seluler yang bersifat eukariotik dengan tidak memiliki dinding sel dan dapat bergerak.

Protozoa merupakan protista yang menyerupai hewan dapat bergerak dengan menggunakan alat geraknya, yaitu pseudopodia (kaki semu), silia (rambut getar), atau flagela (bulu cambuk)



# REPRODUKSI PROTOZOA

**Reproduksi Secara Aseksual** : secara aseksual pada umumnya dengan melakukan pembelahan biner. Dari satu sel menjadi dua sel, dari dua sel menjadi empat sel, dan seterusnya. Pembelahan biner diawali pada pembelahan inti atau kariokinesis, dan kemudian diikuti dengan pembelahan sitoplasma (sitokinesis).

**Reproduksi Secara Seksual** : secara seksual adalah dengan cara penyatuan gamet yang berbeda jenis sehingga dapat menghasilkan zigot atau secara konjugasi (penyatuan inti vegetatif sel). Namun, ada juga Protozoa yang tidak melakukan reproduksi secara seksual, seperti *Amoeba sp.*

# Protista Mirip Hewan

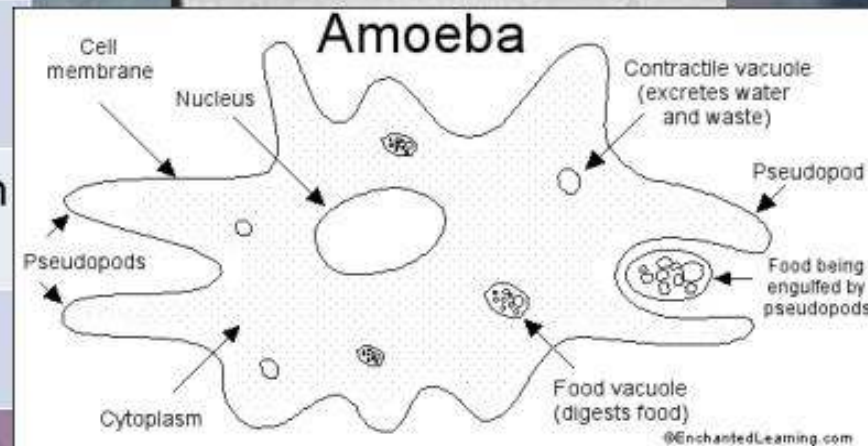


Rhizopoda

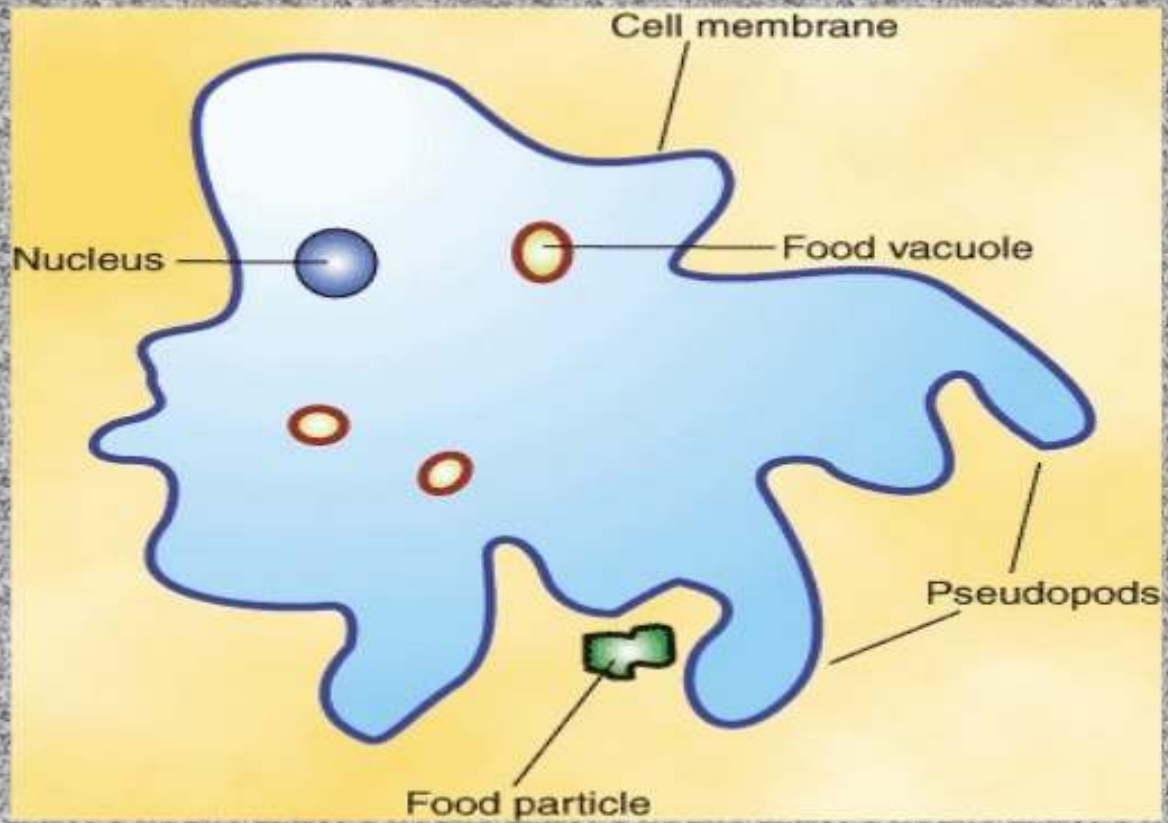
# Rhizopoda

## CIRI POKOK

Bentuk Tubuh	Tak tentu
Alat Gerak	Pseupodia
Cara mendapat makanan	Fagositosis
Sistem Reproduksi	Pembelahan Biner
Contoh	<i>Amoeba sp,</i>



# Gbr. Amoeba



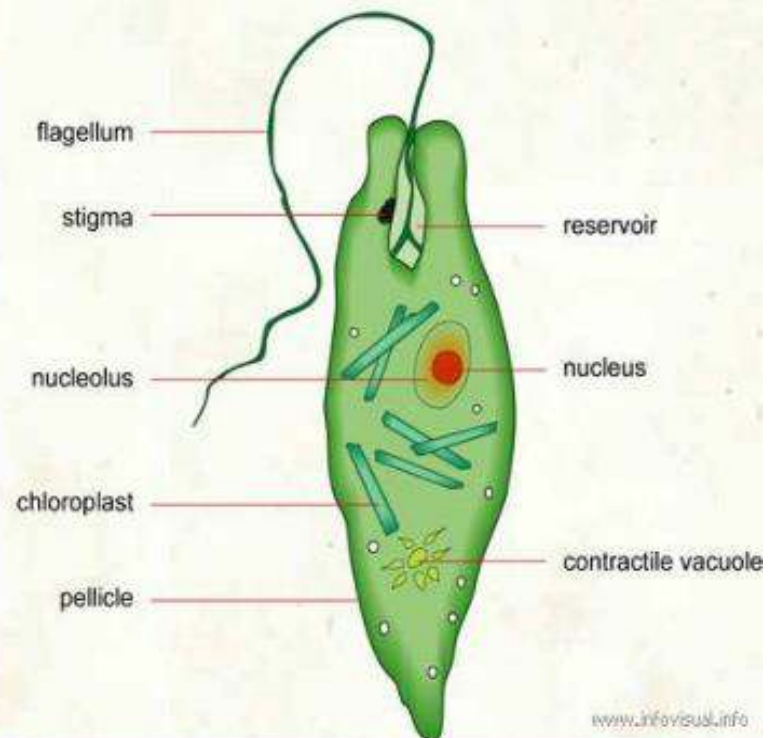
Flagellata

# Flagellata

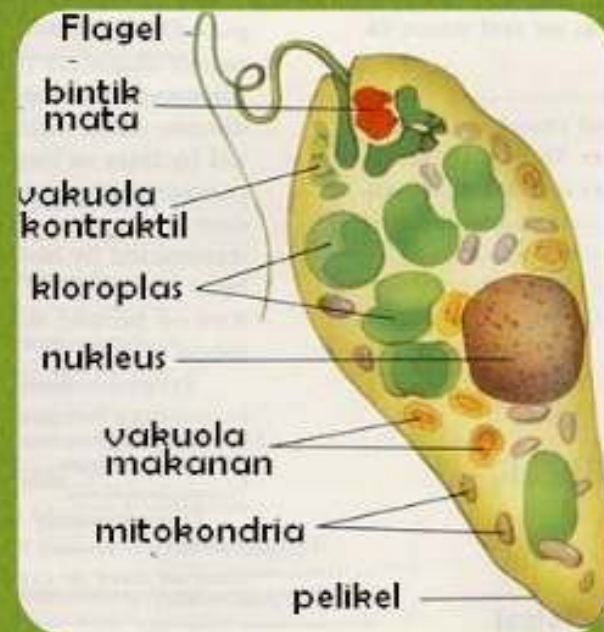
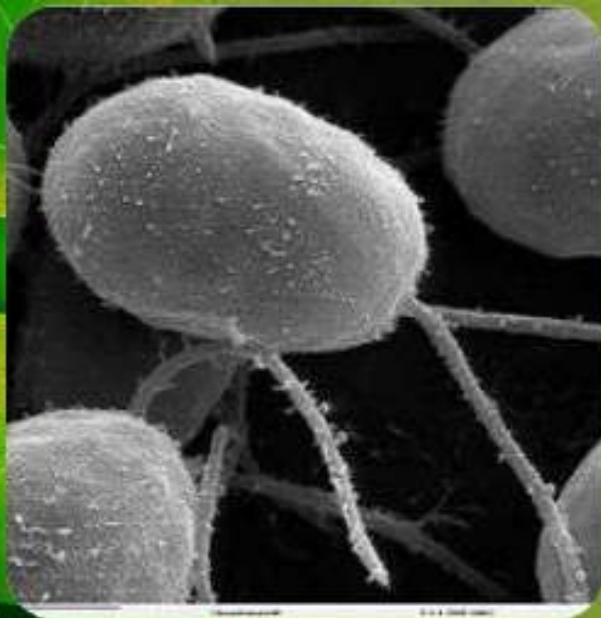
## CIRI POKOK

Bentuk Tubuh	Tetap (punya pelicle)
Alat Gerak	Bulu cambuk
Cara mendapat makanan	Holozoik (memakan hewan lain) atau Holofitik (dapat berfotosintesis)
Sistem Reproduksi	Pembelahan Biner
Contoh	<i>Euglena viridis</i>

## STRUCTURE OF A EUGLENA



# Flagellata



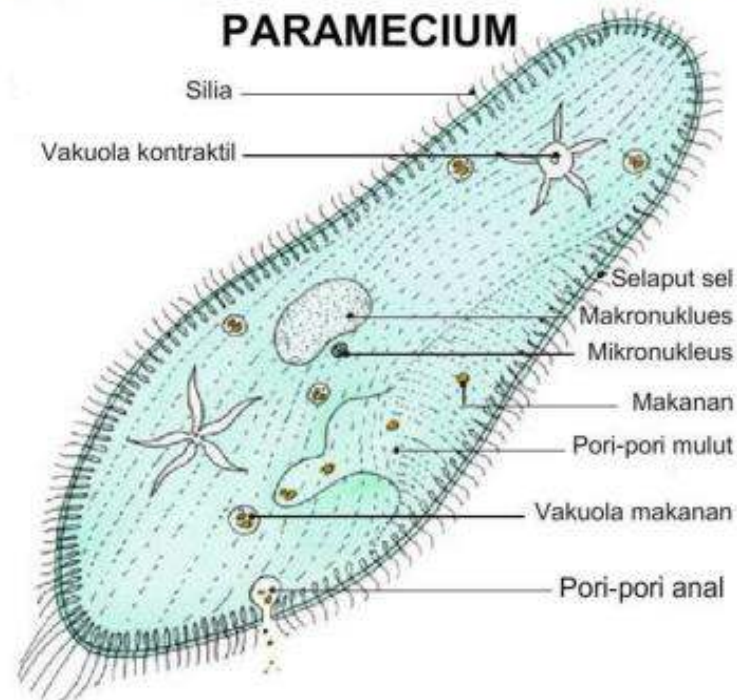
Ciliata

# Ciliata

## CIRI POKOK

Bentuk Tubuh	Tetap
Alat Gerak	Silia
Cara mendapat makanan	Holozoik (memakan hewan lain)
Sistem Reproduksi	Pembelahan Biner (Aseksual) dan Konjugasi (Seksual)
Contoh	Paramecium sp

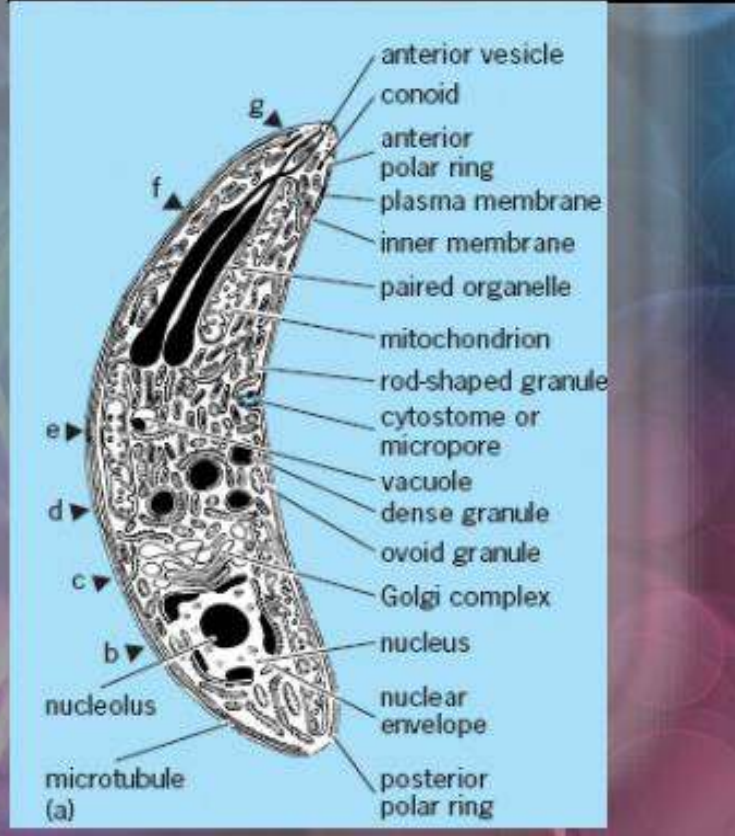
## PARAMECIUM



Sporozoa

# Sporozoa

CIRI POKOK	
Bentuk Tubuh	Tetap
Alat Gerak	Tidak Ada
Cara mendapat makanan	Memakan sel darah merah
Sistem Reproduksi	Pembelahan Biner (Aseksual) dan perkawinan sel gamet (Seksual)
Contoh	<i>Plasmodium sp</i> (PARASIT)





# NUTRISI DAN PERTUMBUHAN MIKROBA



# NUTRISI

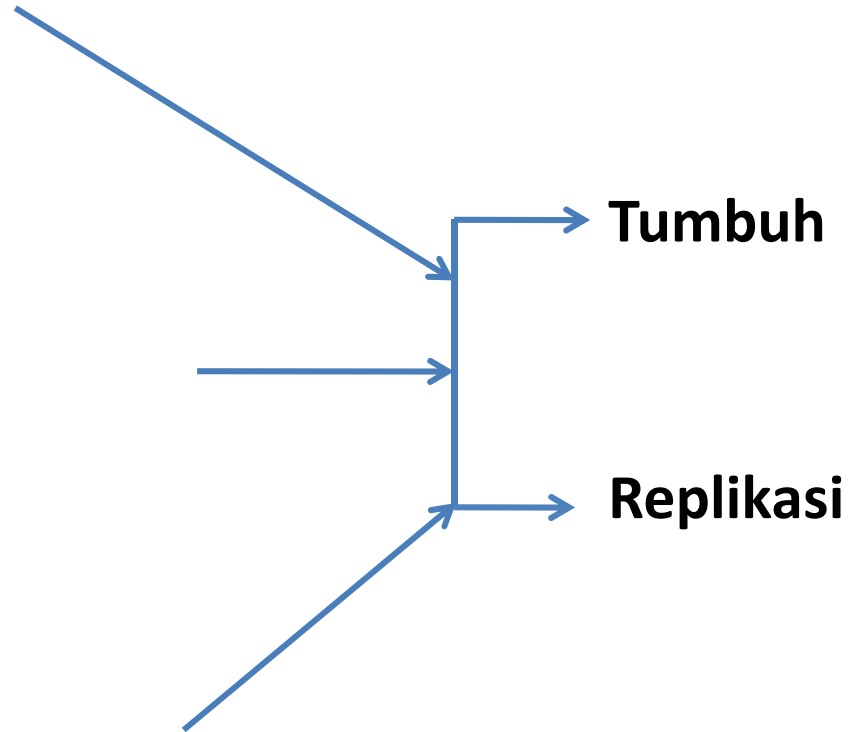
- **Nutrisi** adalah substansi organik yang dibutuhkan organisme untuk fungsi normal dari sistem tubuh, pertumbuhan, dan pemeliharaan kesehatan.
- Substansi yang diperlukan ini disebut “**nutrien**”

# Mengapa Mikroba membutuhkan Nutrisi?

Mendapatkan Energi

Aktivitas metabolisme

Komponen sel baru

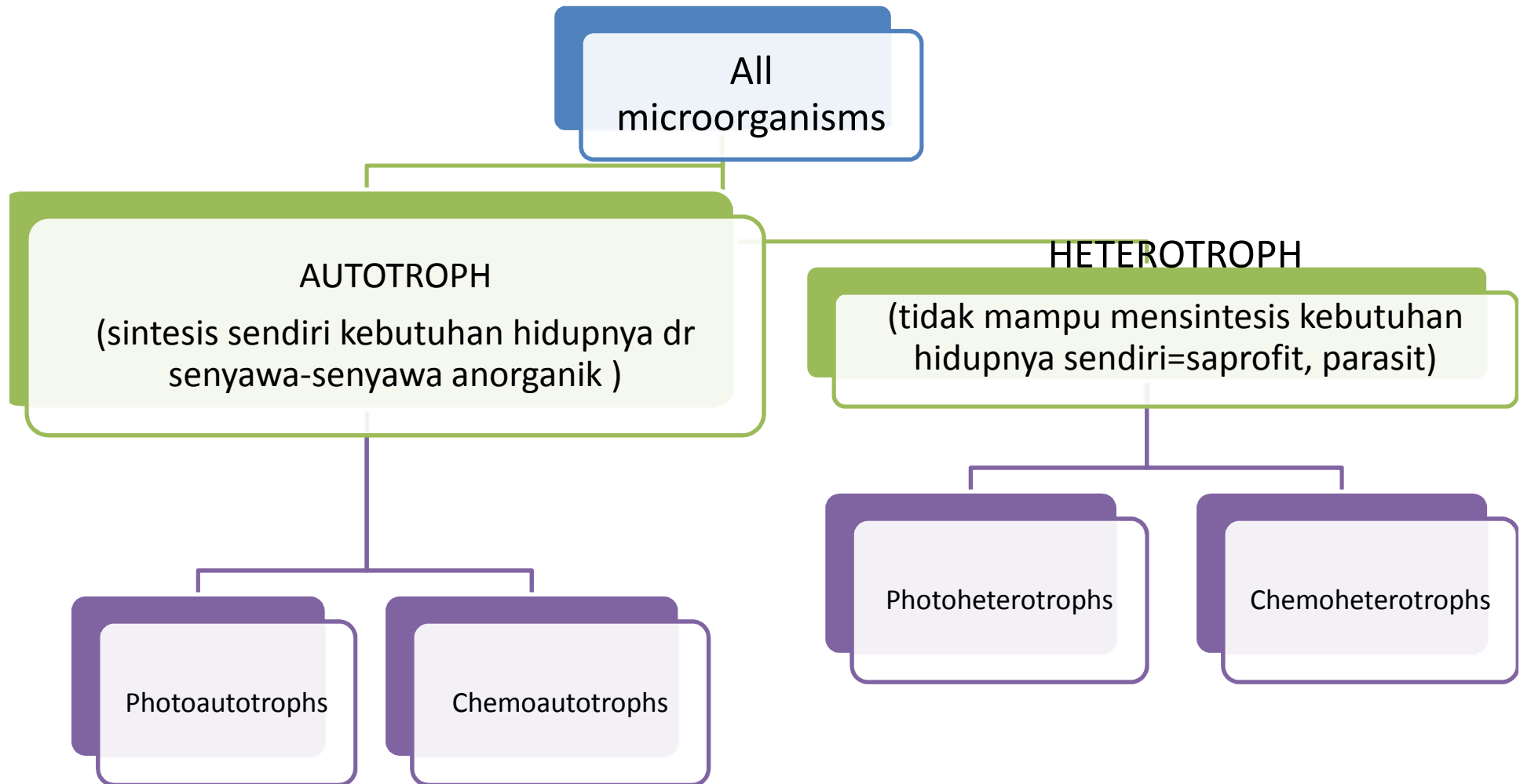




# Manfaat nutrisi

- a. Sumber energi
- b. Pertumbuhan sel
- c. Sebagai aseptor elektron dalam reaksi bioenergetik

# PENGELOMPOKAN MIKROORGANISME BERDASARKAN SUMBER ENERGI



# Kelompok Mikroba Berdasarkan Energi yang Ditangkap dan Sumber Karbon

- **AUTOTROF**: menggunakan karbon dioksida untuk mensintesa molekul organik
- Dapt dibagi 2, yaitu:
  1. **Fotoautotrof**: memperoleh energi dari cahaya
  2. **Kemoautotrof**: memperoleh energi dari mengoksidasi bahan inorganik yang sederhana



# Kelompok Mikroba Berdasarkan Energi yang Ditangkap dan Sumber Karbon

- **HETEROTROF**: Mengambil karbondioksida dari molekul organik yang telah tersedia
- Ada 2 jenis, yaitu:
  1. **Fotoheterotrof**: memperoleh energi kimia dari cahaya
  2. **Kemoheterotrof**: memperoleh energi dari bahan organik yang telah terurai

# Nutrisi Mikroba

- **Nutrisi**
  - Menyupply monomer (atau prekursor)
  - Dibutuhkan untuk pertumbuhan sel
  
- **Nutrisi makro**
  - Elemen yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah besar
  
- **Nutrisi mikro :**
  - dibutuhkan dalam jumlah sedikit (*trace elements*)
  - Elemen anorganik
  - Dibutuhkan dalam jumlah sedikit
  - Biasanya sebagai kofaktor enzim
  - Misal : besi



## Komposisi Nutrisi Utama Sel Mikroba

Unsur	% BK	Bentuk bahan kimia yang digunakan mikroba	Fungsi fisiologi
<b>C</b>	50	Bahan organik , CO, CO <sub>2</sub>	Konstituen utama bahan penusun sel protein, asam nukleat, lemak, Karbohidrat dan lainnya
<b>O</b>	20	Bahan organik, H <sub>2</sub> O ,O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	
<b>N</b>	14	Bahan organik, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , N <sub>2</sub>	
<b>H</b>	8	Bahan organik, H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub>	
<b>P</b>	3	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Asam nukleat, fosfolipid, asam teichoic, koenzim
<b>S</b>	1	Bahan organik sulfur , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , HS <sup>-</sup> , S <sup>0</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	protein, koenzim
k	1	K <sup>+</sup>	Kation inorganik utama, kofaktor enzim
Na	1	Na <sup>+</sup>	transportasi, tranduksi energi
Ca	0.5	Ca <sup>2+</sup>	Kofaktor enzim, mengikat dinding sel
Mg	0.5	Mg <sup>2+</sup>	Kofaktor enzim, mengikat dinding sel, membran & ester fosfat
Cl	0.5	Cl <sup>-</sup>	Anion inorganik utama
Fe	0.2	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	sitokrom, ferredoxin, kofactor

# Nutrisi Makro

## ○ Karbon

- ✦ 50% dari berat kering sel
- ✦ Pembentuk molekul organik, sumber energi
- ✦ Dibutuhkan bagi protein, gula, lemak untuk membentuk struktur sel
  - Kemoheterotrof: mendapatkan C dari gula, asam organik, lemak, protein, atau bahan organik lainnya
  - Kemoautotrof: mendapat C dari CO<sub>2</sub>

## ○ Nitrogen

- ✦ 12% dari berat kering sel
- ✦ Pada asam amino dan protein
- ✦ Dibutuhkan bagi protein, DNA, RNA
- ✦ Kebanyakan bakteri mendapat nitrogen dari protein yang didekomposisi
- ✦ Beberapa bakteri menggunakan nitrat atau ammonium
- ✦ Sedikit bakteri menggunakan N<sub>2</sub> dalam pengikatan nitrogen (*nitrogen fixing organisms*)

# Nutrisi Makro

- **Sulfur**

- Pada asam amino, thiamine and biotin
- Sulfur untuk protein (enzim) dan vitamin
- Kebanyakan bakteri mendekomposisi protein
- Beberapa bakteri menggunakan ion sulfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) atau hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ )

- **Fosfor**

- Fosfor untuk ATP, DNA, RNA, dan membran
  - ✦ Penting bagi fosfolipid, asam nukleat dan ikatan energi fosfat yang tinggi
- Ion fosfat ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) adalah sumber fosfat

# Nutrisi Makro

- Besi (Fe)
- Memainkan peranan penting dalam respirasi seluler
  - Komponen kunci dari sitokrom dan protein besi sulfur (Fe-S) yang digunakan untuk transport elektron
  - Ferrous ( $\text{Fe}^{2+}$ ) bersifat larut → kondisi anorganik
  - Ferric ( $\text{Fe}^{3+}$ ) tidak larut → kondisi organik
- Untuk mendapatkan besi dari berbagai mineral yang tidak larut, sel akan menghasilkan suatu agen yang disebut siderofor yang dapat mengikat besi dan mengangkutnya ke dalam sel.
  - Disebut enterobaktin

## Nutrisi Mikro yang Dibutuhkan Sel Mikroba

Element	Chemical form used by the microbe	Physiological functions
Mn	$Mn^{2+}$	superoxide dismutase, photosystem II
Co	$Co^{2+}$	coenzyme B12
Ni	$Ni^{+}$	hydrogenase, urease
Cu	$Cu^{2+}$	cytochrome oxidase, oxygenase
Zn	$Zn^{2+}$	alcohol dehydrogenase, aldolase, alkaline phosphatase, RNA and DNA polymerase, arsenate reductase
Se	$SeO_3^{2-}$	formate dehydrogenase, glycine reductase
Mo	$MoO_4^{2-}$	nitrogenase, nitrate reductase, formate dehydrogenase, arsenate reductase
W (tungsten)	$WO_4^{2-}$	formate dehydrogenase, aldehyde oxidoreductase

# Kultur Mikroorganismen

# Media Kultur

- **Media kultur adalah :**  
nutrien yang digunakan untuk pertumbuhan mikroba di laboratorium
- Terbagi 2 golongan besar :
  - – ***Defined media:***  
media yang komposisi kimianya diketahui
  - – ***Complex media:***  
media yang komposisi kimianya tidak diketahui  
Contoh : yeast, meat extracts, Tryptic Soy broth (TSB), TSA

# Media Kultur

- *Media Selektif*

Media yang berisi senyawa-senyawa kimia yang secara selektif menghambat pertumbuhan beberapa mikroba tetapi tidak mikroba yang lain.

- *Media Diferensial*

Media yang berisi senyawa kimia sebagai indikator, biasanya dapat mendeteksi reaksi kimia yang terjadi selama pertumbuhan mikroba

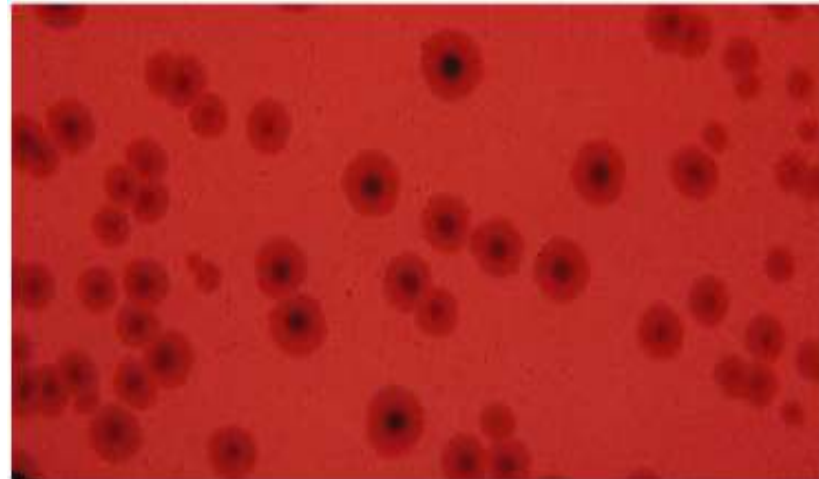


# Media Pertumbuhan Prokariotik

- Berisi nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroba
  - Sumber Energi
  - Berisi makronutrien yang esensial
  - Berisi mikronutrien yang esensial
  - Faktor pertumbuhan
- Sterilisasi
  - Bebas dari mikroba
  - Inokulasi secara aseptik

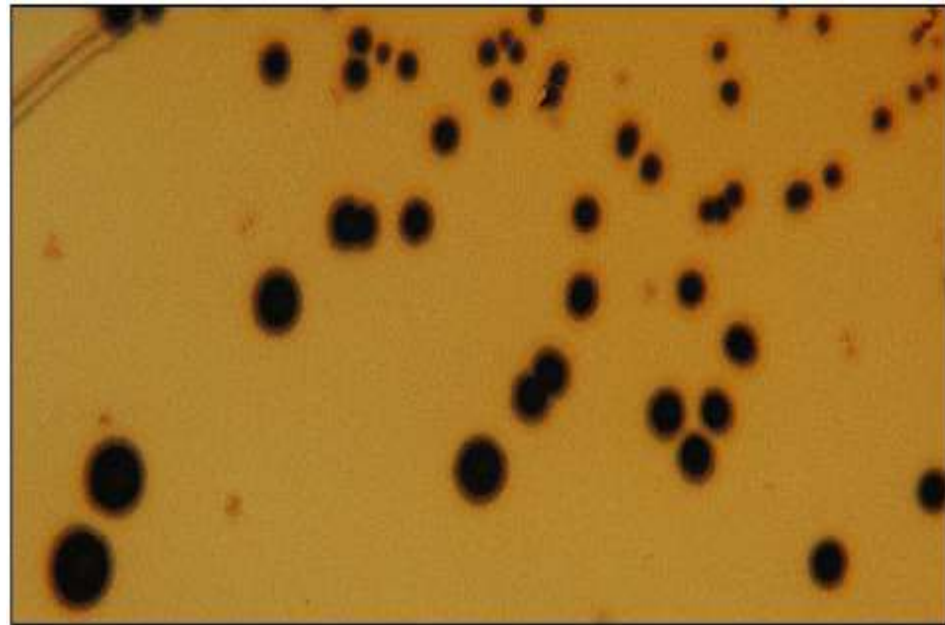
# Media Selektif

- Menekan pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan
  - Berisi komponen/kondisi yang menekan pertumbuhan beberapa prokariot dan membiarkan mikroba yang diinginkan tumbuh
  - Menghambat pertumbuhan mikroba yang tidak dikehendaki
  - Digunakan untuk menyeleksi grup mikroba yang spesifik
  - Misal : media MacConkey menekan pertumbuhan bakteri Gram + dan merangsang pertumbuhan *enteric bacteria*



# Media Diferensial

- Memudahkan untuk mengenal koloni dari mikroba yang berbeda
  - Mengandung senyawa kimia yang dapat membedakan secara spesifik jenis prokariotik
  - Pewarna yang ditambahkan pada media dapat membedakan satu organisme dengan organisme yang lain
  - Contoh : media agar darah digunakan untuk membedakan organisme hemolitik dengan organisme non hemolitik



# Pertumbuhan pada media MacConkey Agar

Selektif = Gram positif terhambat, hanya gram negatif yang tumbuh  
Differential – lactose fermenting

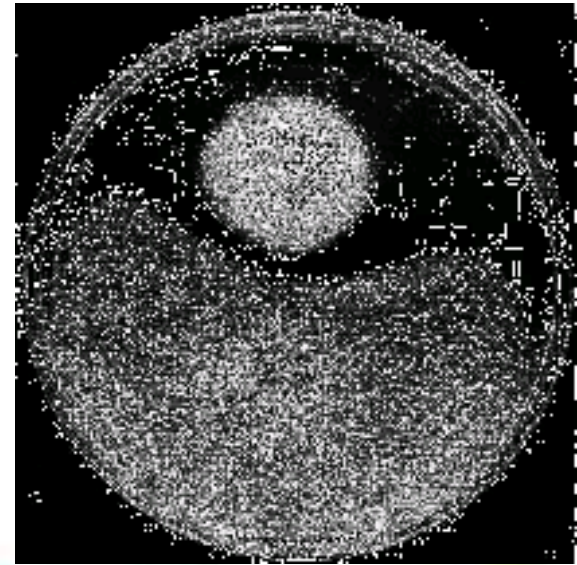
*Escherichia coli* (E.coli) = gram -



*Salmonella typhimurium* = gram -



# Pertumbuhan Mikroba



# PERTUMBUHAN

Pertumbuhan adalah bertambahnya tinggi atau berat suatu organisme. Pertambahan tinggi maupun berat organisme merupakan bertambahnya ukuran sel atau bertambahnya jumlah sel.

Dalam dunia mikroba pertumbuhan diartikan sebagai bertambahnya jumlah sel. Hal ini karena mikroba sebagian besar adalah organisme bersel tunggal.

Mikroba memperbanyak diri melalui pembelahan sel maupun reproduksi seksual. Reproduksi seksual hanya dijumpai pada mikroba bersel banyak seperti jamur.

# Karakteristik pertumbuhan mikroba

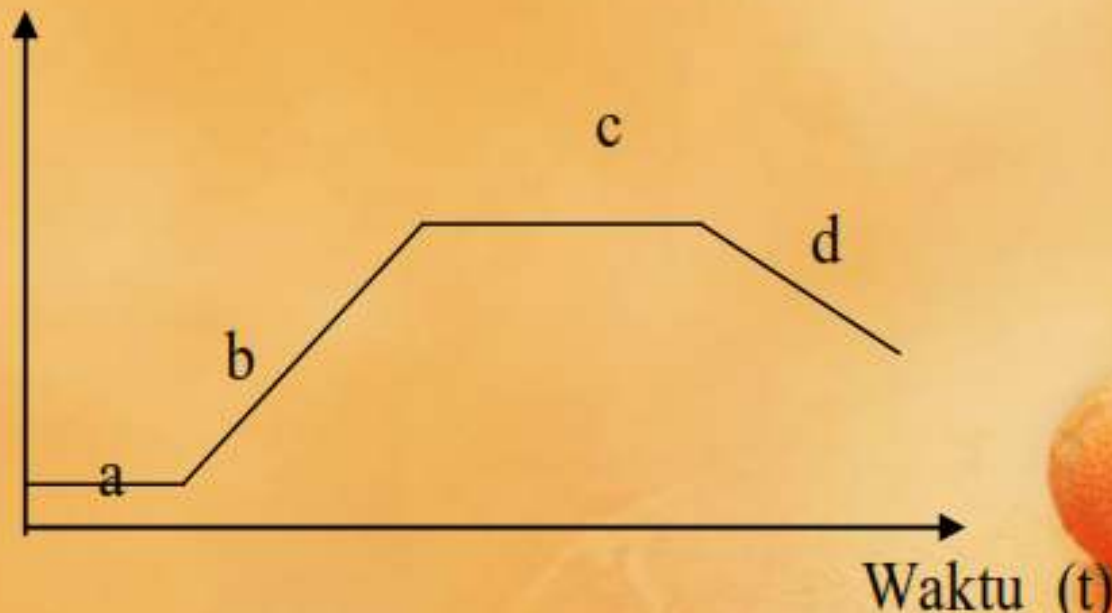
- Pertumbuhan mikroba merupakan pertambahan jumlah sel mikroba
- Pertumbuhan mikroba berlangsung selama nutrisi masih cukup tersedia
- Pertumbuhan mikroba dapat diukur, dengan melihat kenaikan biomassa atau jumlah sel
- Selama pertumbuhan, mikroba menghasilkan metabolit primer/sekunder berupa produk



# Kurva Pertumbuhan mikroba

Pertumbuhan sel mikroba biasanya mengikuti suatu pola pertumbuhan tertentu berupa kurva pertumbuhan sigmoid (model Monod)

Jumlah sel





Ada 4 fase kurva pertumbuhan mikroorganisme, yaitu :

Fase lag

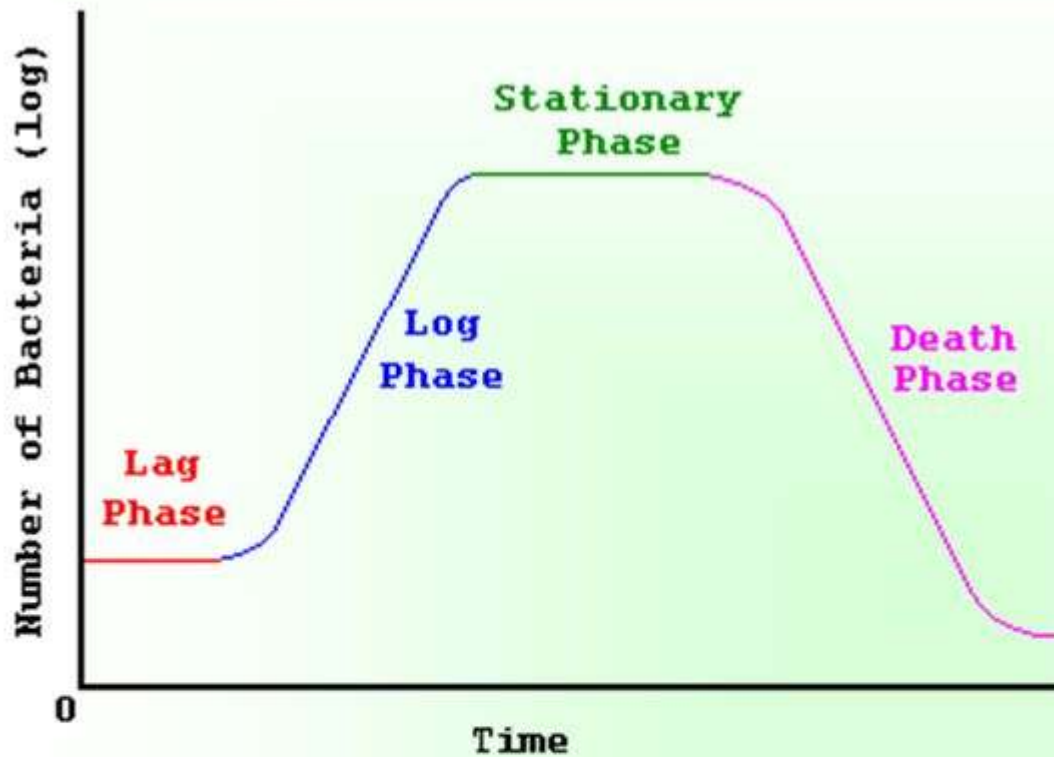
Fase log

Fase stationer

Fase kematian



## Kurva pertumbuhan bakteri:



### 1. Lag phase:

Bakteri menyesuaikan diri dengan lingkungan.

### 2. Log phase:

Bakteri melakukan reproduksi dengan cepat (waktu generasi pendek).

### 3. Stationary phase:

Nutrisi sudah habis. Proses metabolisme menghasilkan zat beracun. Jumlah bakteri yang mati meningkat. Jumlah bakteri yang dihasilkan sama dengan jumlah yang mati.

### 4. Death phase:

Kecepatan kematian bakteri maksimal. Penurunan jumlah bakteri akan mencapai nilai minimum tertentu.

# **MENGUKUR PERTUMBUHAN MIKROBIA**

# Pengukuran Pertumbuhan Bakteri

Perhitungan sel bakteri terdiri atas 2 cara, yaitu:

- a. Perhitungan langsung
  - metode turbidimetri
  - *total count*
  - berat kering
  
- b. Perhitungan tidak langsung
  - *viable count.*

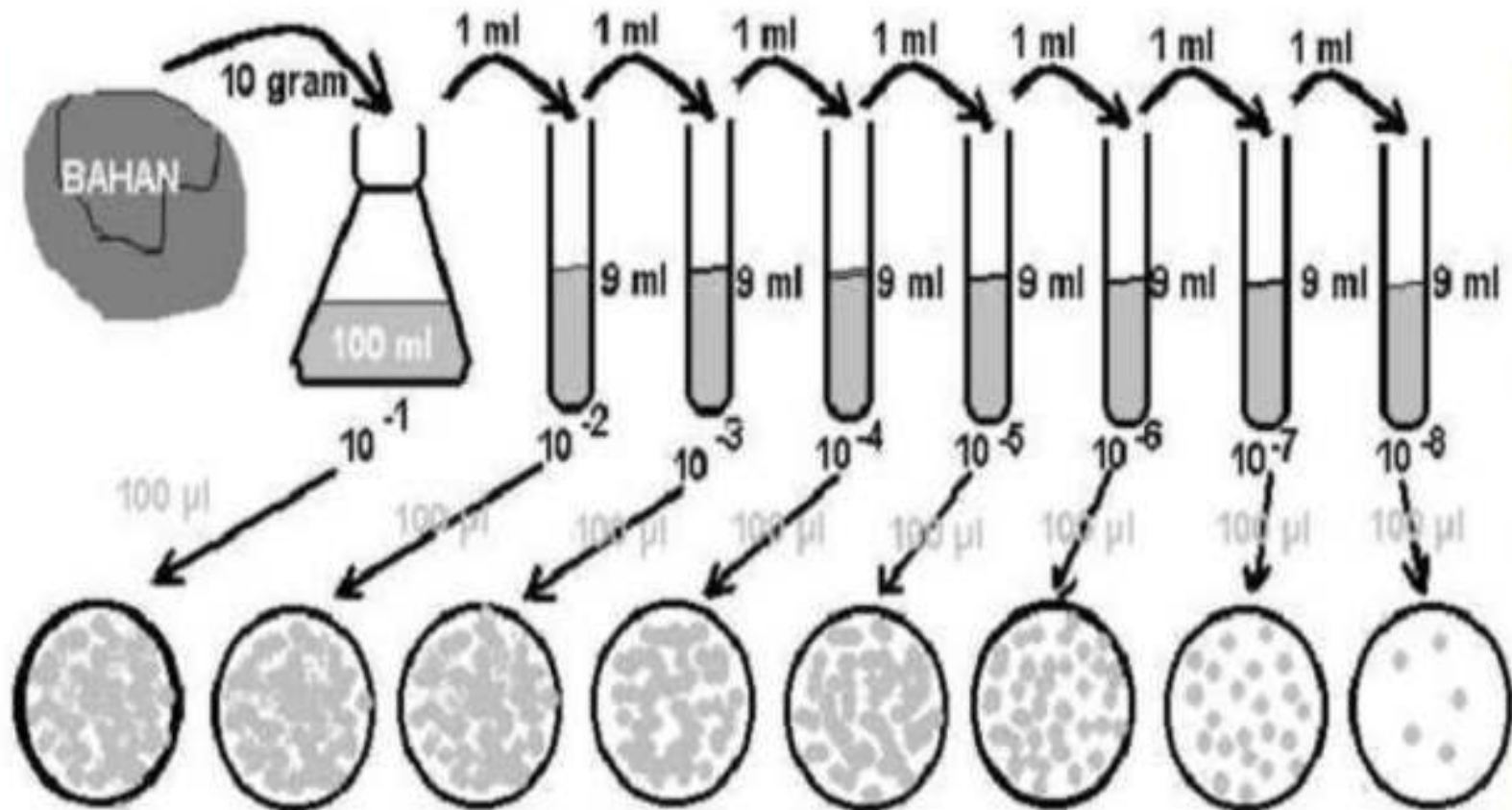
## **Perhitungan Mikroba Berdasarkan Berat Kering**

Metode ini relatif mudah dan cepat dilakukan, yaitu kultur disaring (disentrifugasi), kemudian yang mengendap dikeringkan.

Pada metode ini juga tidak dapat membedakan sel yang hidup dan yang mati. Akan tetapi, keterbatasan itu tidak menutup manfaat metode ini dalam hal mengukur efisiensi fermentasi, karena pertumbuhan diukur dengan satuan berat, sehingga dapat diperhitungkan dengan parameter konsumsi substrat dan produksi senyawa yang diinginkan.

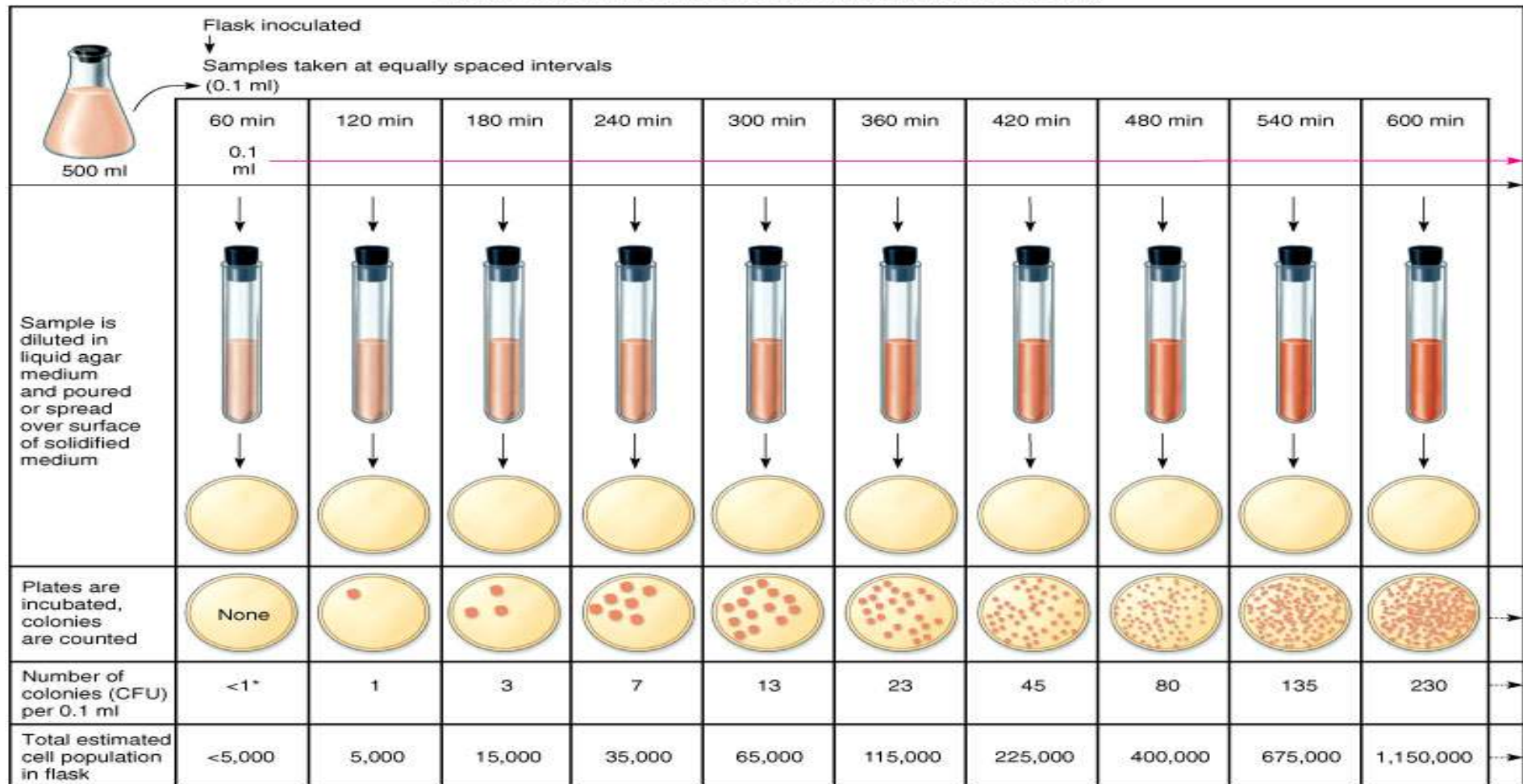
- Perhitungan melalui pengenceran dan diteruskan dengan menumbuhkan pada media kultur. Ada dua cara menumbuhkan pada media kultur, yakni : bentang rata (spread-plate) dan tabur tuang rata (pour-plate)
- Cara spread-plate dilaksanakan dengan meneteskan 100  $\mu$ l suspensi sampel di atas medium kultur padat kemudian dibentang ratakan menggunakan batang gelas bentuk huruf L.
- Cara pour-plate dilaksanakan dengan meneteskan 100  $\mu$ l suspensi sampel di dalam cawan petri kemudian dituangi medium cair dan digoyang-goyang supaya sampel bercampur homogen dengan medium kultur

# MENGHITUNG SEL HIDUP DENGAN CARA DITANAM PADA MEDIA PADAT



# MENGHITUNG SEL HIDUP DENGAN CARA DITANAM PADA MEDIA PADAT

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



\* Only means that too few cells are present to be assayed.



### Spread-plate method



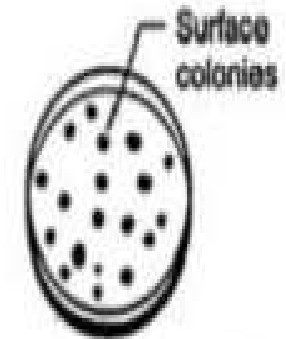
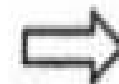
Sample is pipetted onto surface of agar plate (0.1 ml or less)



Sample is spread evenly over surface of agar using sterile glass spreader

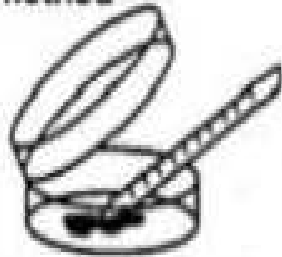


Incubation

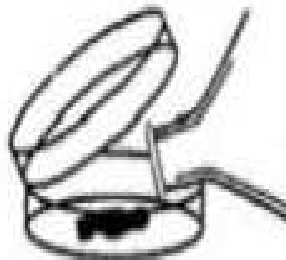


Typical spread-plate results

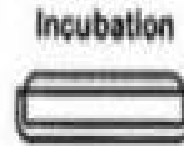
### Pour-plate method



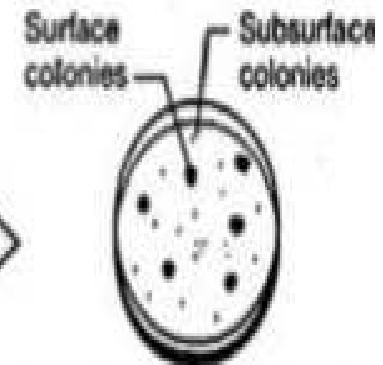
Sample is pipetted into sterile plate



Sterile medium is added and mixed well with inoculum



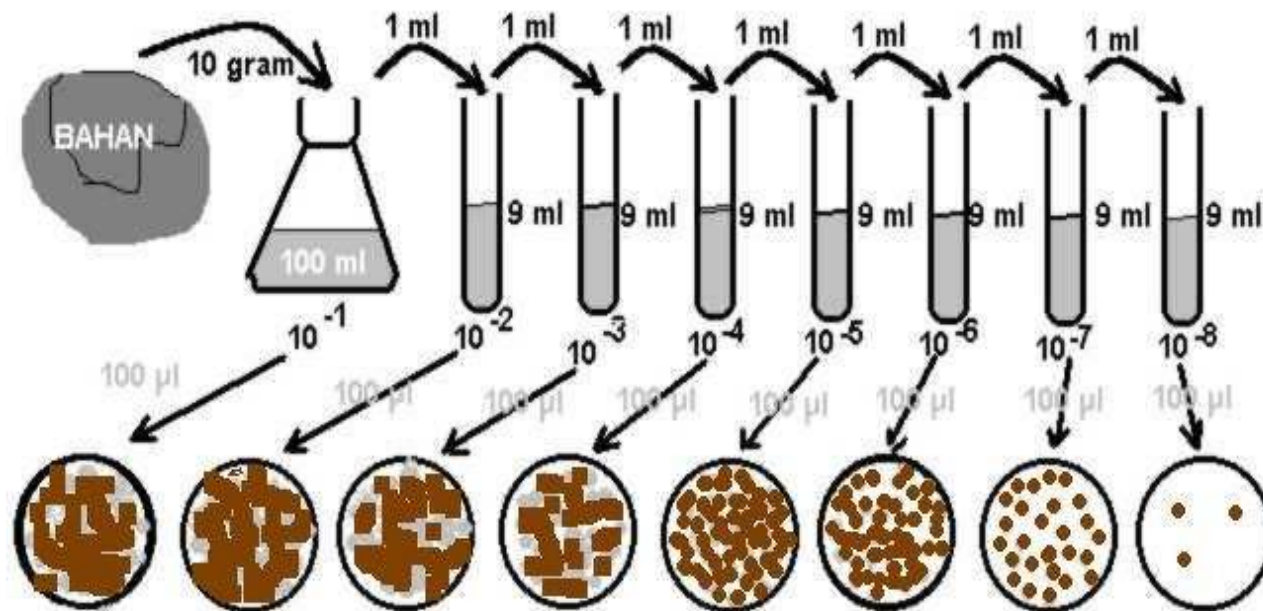
Incubation



Typical pour-plate results

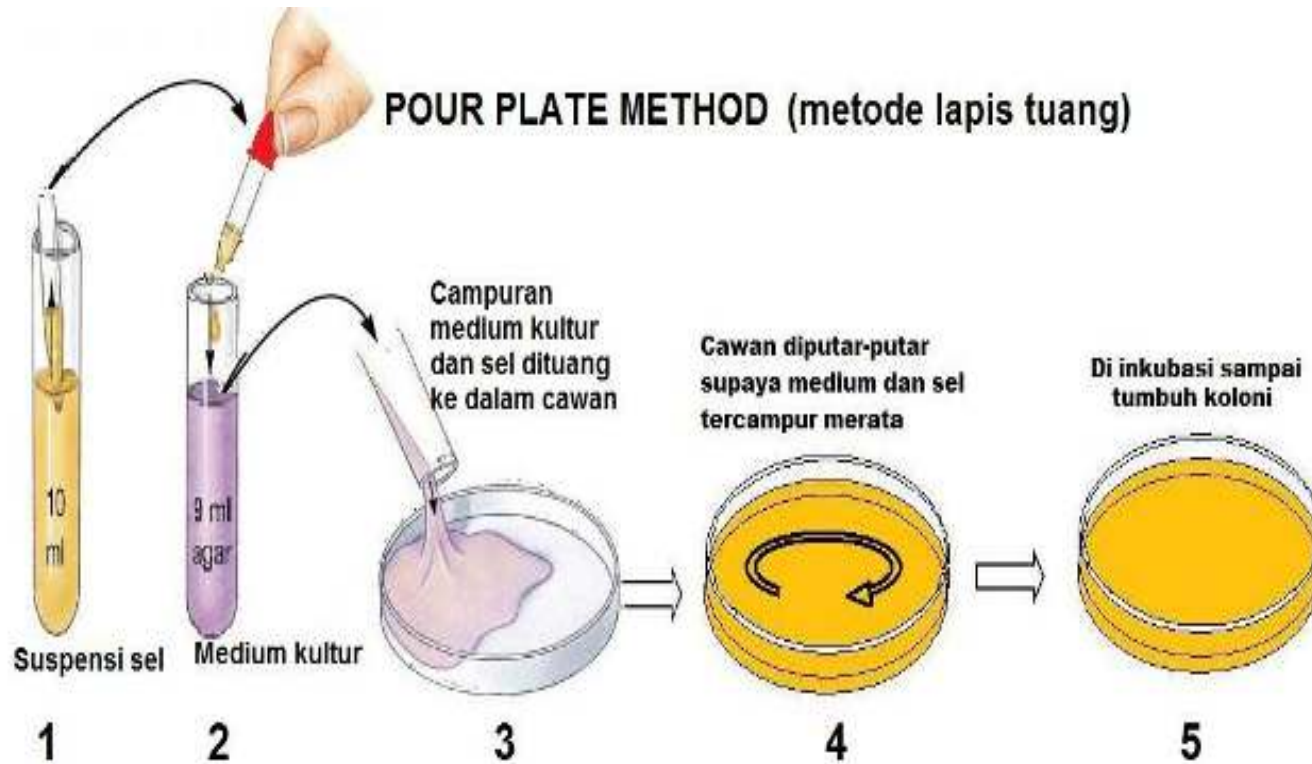
# Beberapa cara untuk mendapatkan biakan murni :

## 1. cara pengenceran (dilution)

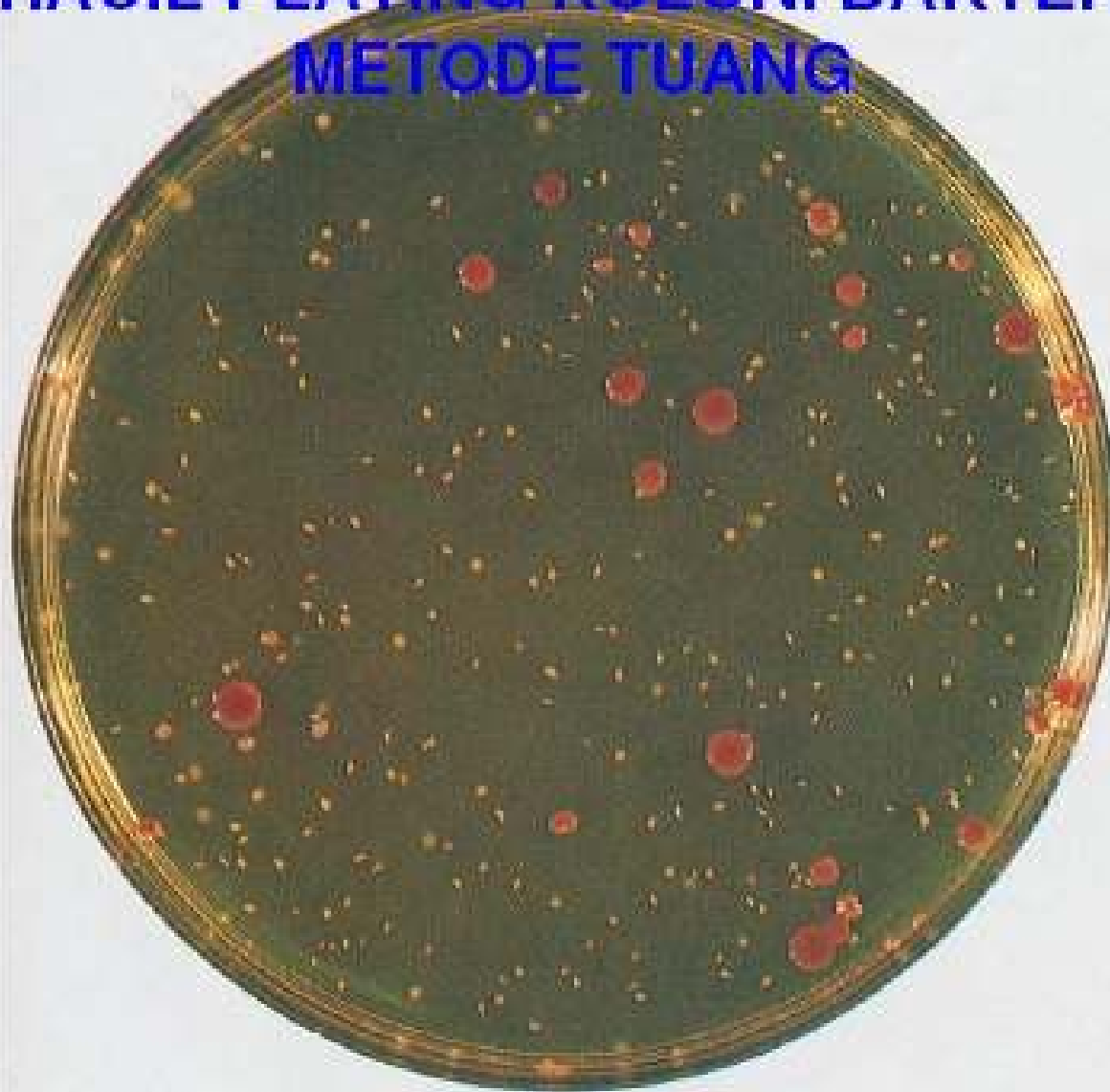


- cara mengisolasi : dengan mengencerkan sampel sampai beberapa tingkat kemudian hasil pengenceran terakhir dipipet 100  $\mu$ l untuk ditanam sebar pada medium kultur padat
- hasil kultivasinya diperoleh beberapa koloni terpisah yang masing-masing dapat dipelihara pada medium lain sebagai biakan murni

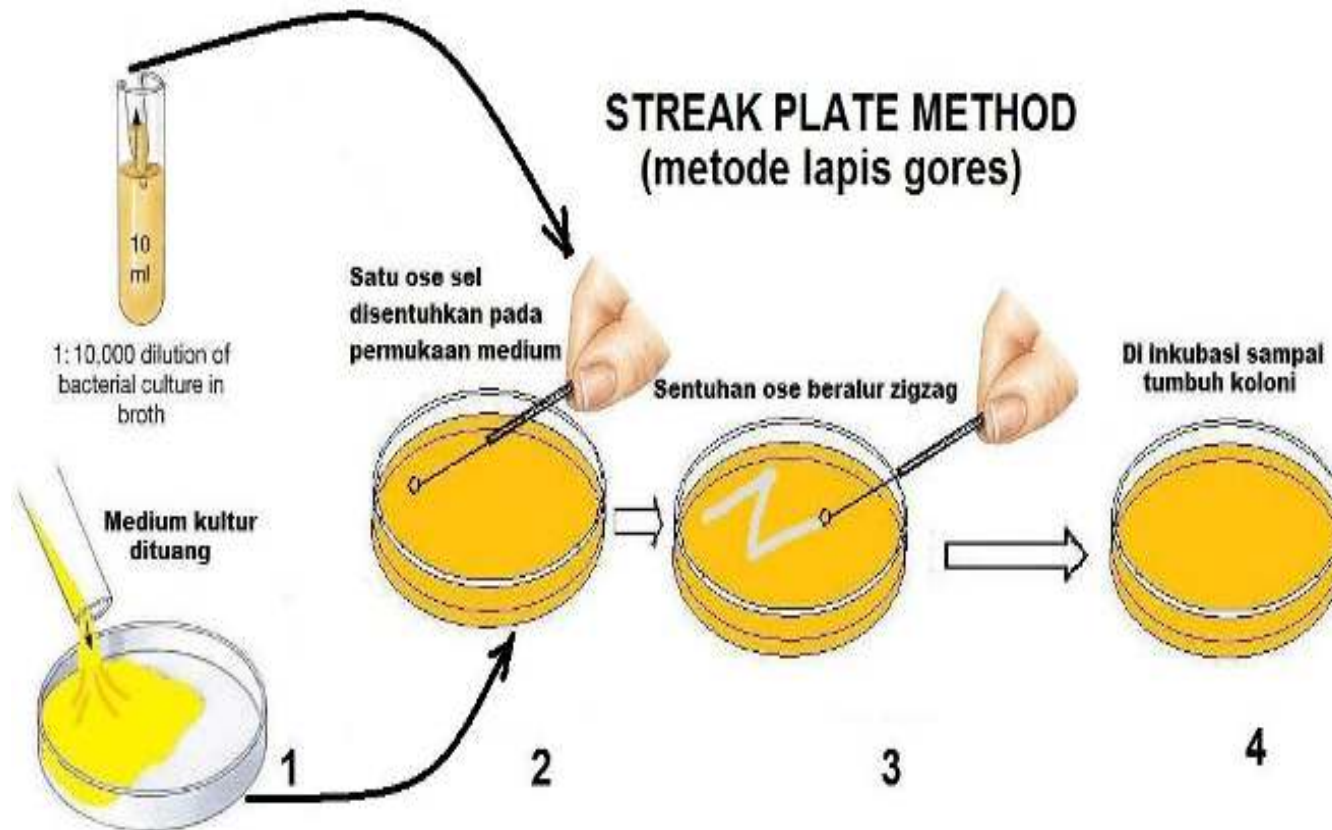
## 2. cara penuangan (pour plate)



# HASIL PLATING KOLONI BAKTERI METODE TUANG



### 3. cara penggoresan (streak plate)



- sampel bahan diambil menggunakan ose kemudian digoreskan pada permukaan medium kultur yang sudah beku
- hasil kultivasinya diperoleh beberapa koloni terpisah yang masing-masing dapat dipelihara pada medium lain sebagai biakan murni

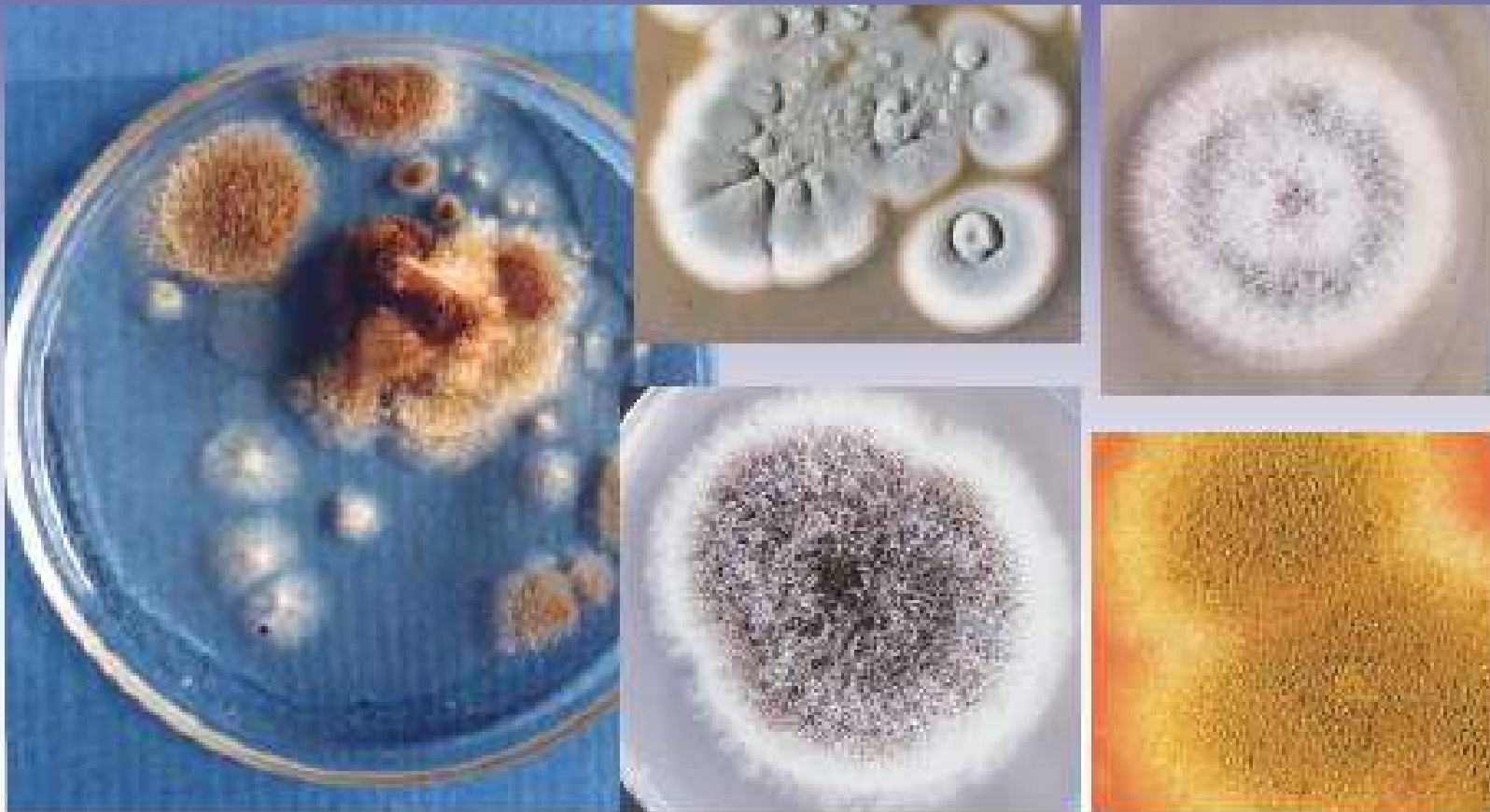


## HASIL ISOLASI METODE 16-GORESAN



# CONIDIAL FUNGI

## Metode Streak / Tanam



# KULTUR MURNI MUSHROOM BERUPA MISELIUM

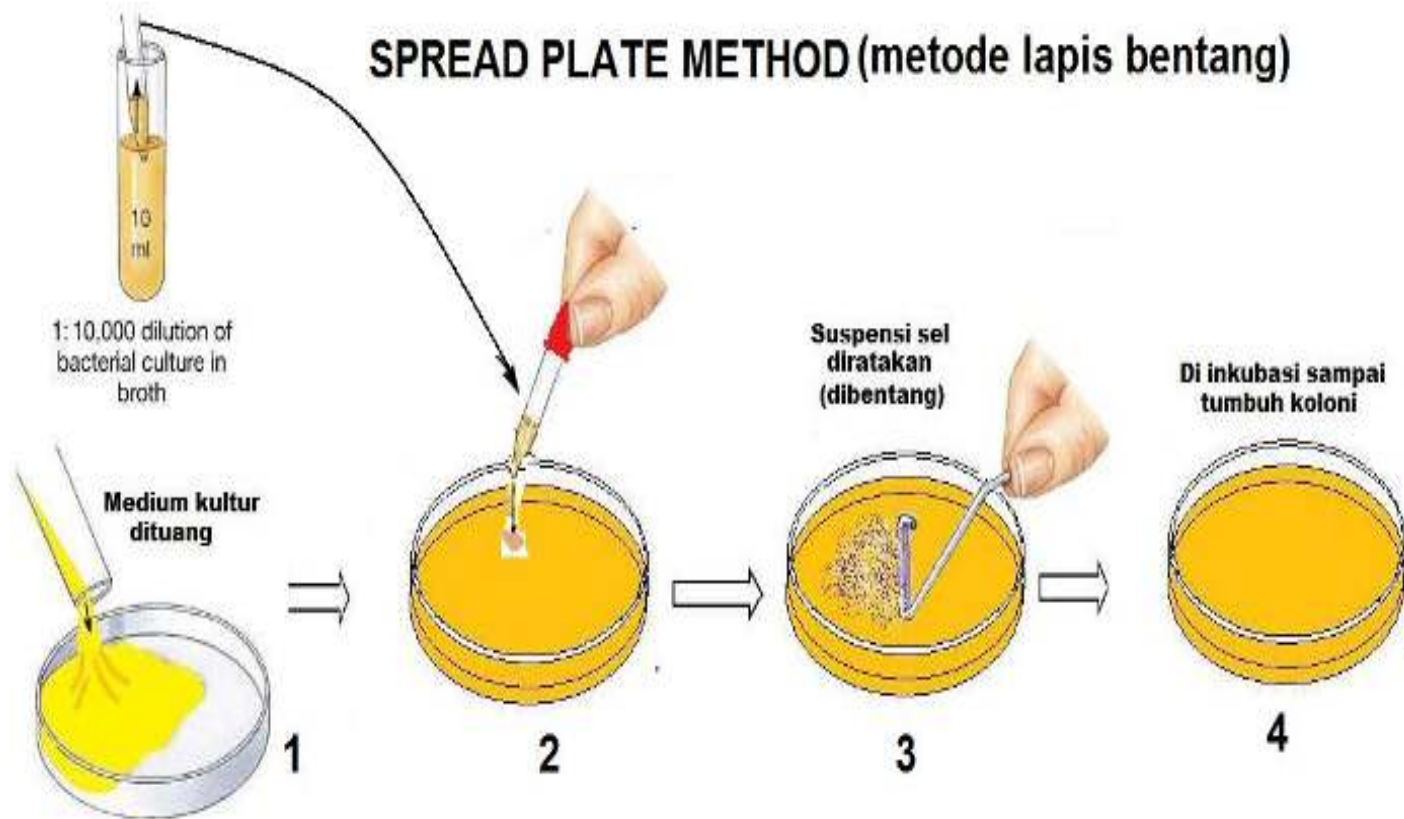
Metode Tanam

A4A

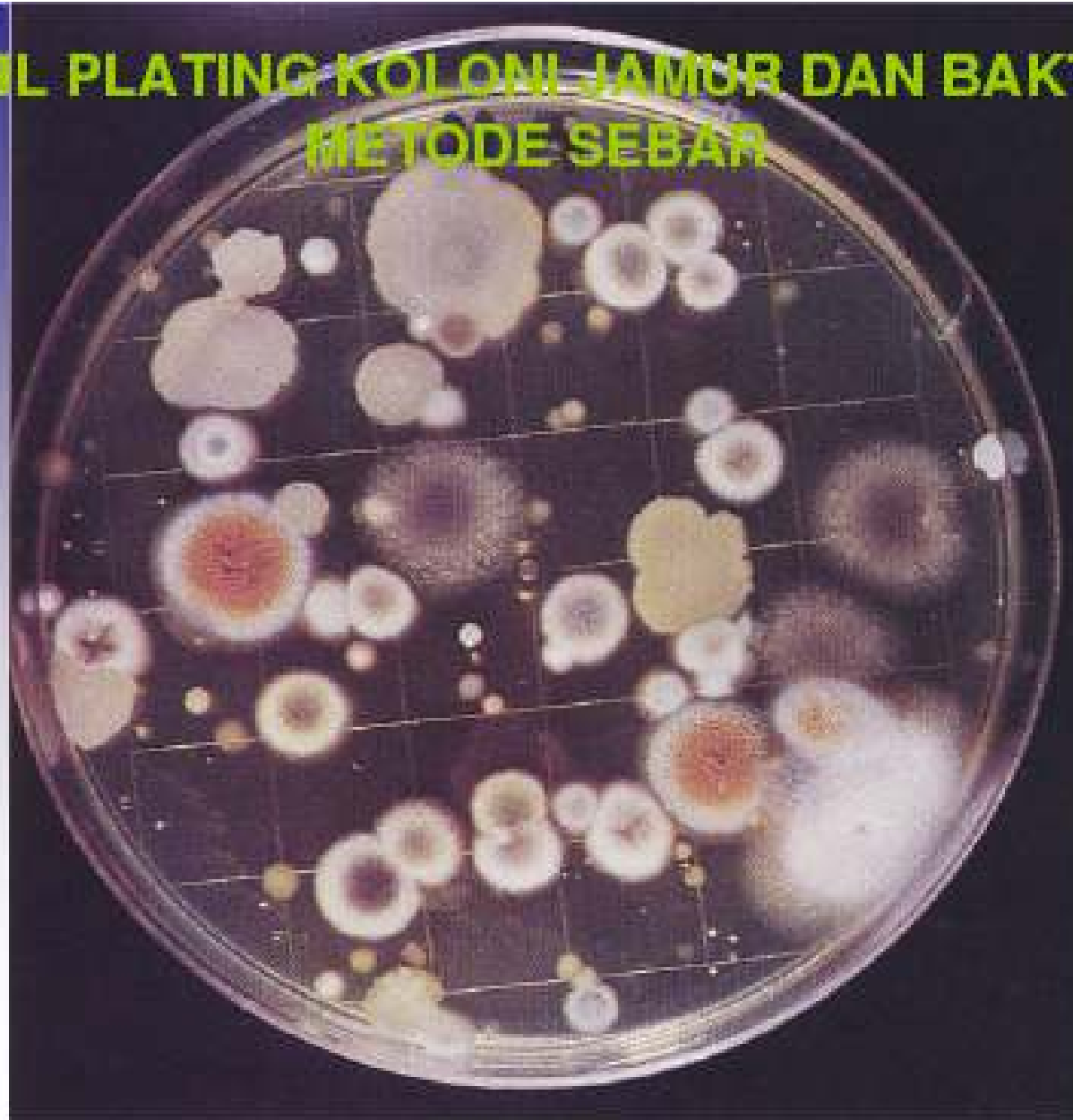
6/7 04



## 4. cara penyebaran (spread plate method)



**HASIL PLATING KOLONI JAMUR DAN BAKTERI  
METODE SEBAR**



**HASIL PLATING KOLONI BAKTERI  
METODE SEBAR**

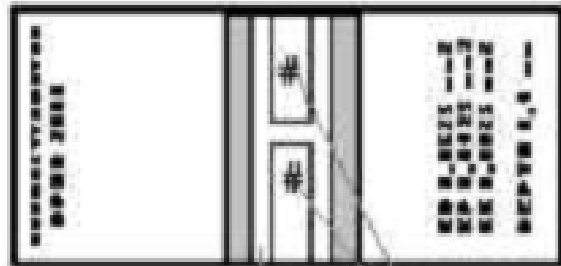


# MENGHITUNG DENGAN RUANG HITUNG

- Perhitungan sel menggunakan ruang hitung dilakukan dengan menggunakan suspensi hasil pengenceran diteteskan ke dalam ruang hitung kemudian ditutup menggunakan gelas penutup preparat.
- Ruang hitung yang digunakan biasanya berupa hemasitometer atau ruang penghitung sel-sel darah merah

- Pemeriksaan selanjutnya dilakukan di bawah mikroskop dengan cara menghitung jumlah sel yang ada di dalam ruang hitung.
- Ada tiga macam ruang hitung yang dapat digunakan dengan ukuran ruang yang saling berbeda. Perhitungan akan lebih mewakili dari jumlah sel yang sebenarnya jika menggunakan semua macam ruang hitung dan sistem pengencerannya yang benar-benar homogen, sehingga hasil rata-rata menjadi lebih akurat.

# HAEMOCYTOMETER



TERLIHAT DARI ATAS

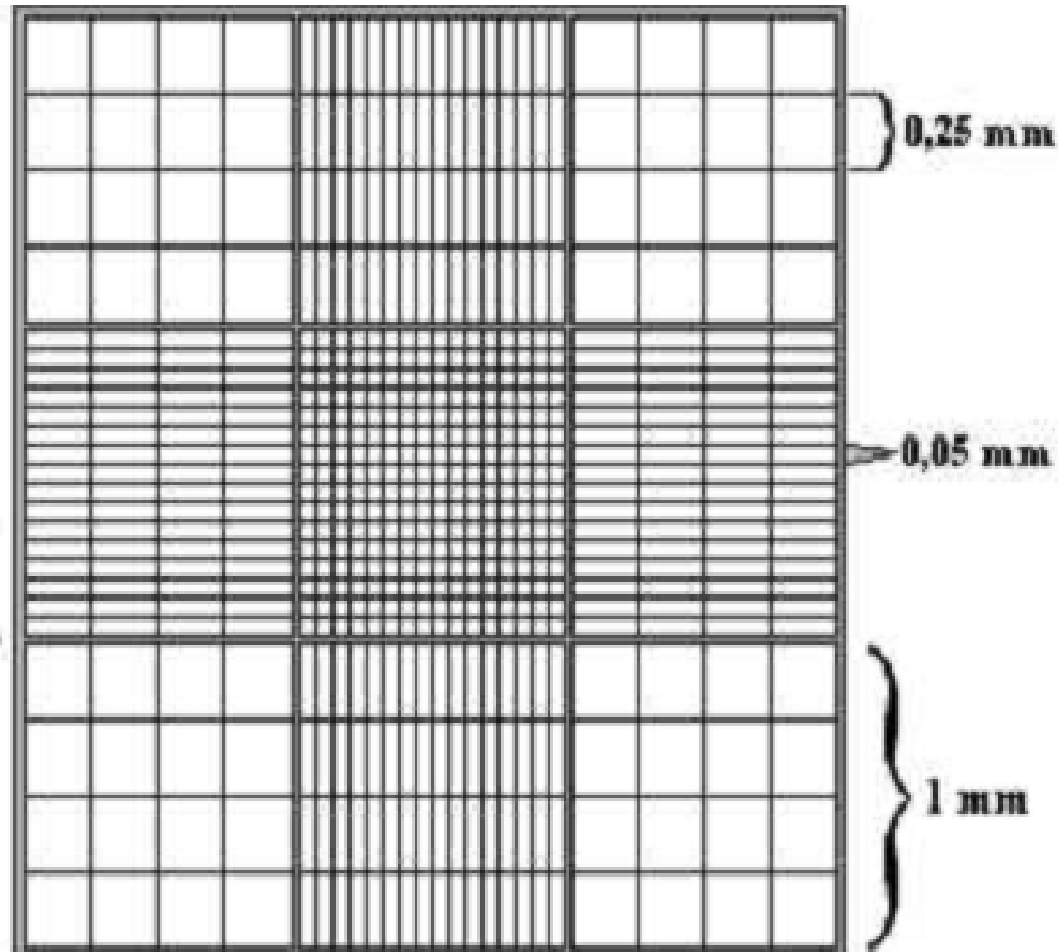
Ruang hitung

Parit penampung

Gelas penutup  
Penyangga



TERLIHAT DARI SAMPING



CLOSE-UP RUANG HITUNG

Volume KK = $0,05 \times 0,05 \times 0,1 = 25 \cdot 10^{-8} \text{ mm}^3 = 25 \cdot 10^{-8} \text{ ml} \Rightarrow$	Kotak pusat 256
Volume KP = $0,05 \times 0,25 \times 0,1 = 125 \cdot 10^{-8} \text{ mm}^3 = 125 \cdot 10^{-8} \text{ ml} \Rightarrow$	Kotak pinggir tengah 256
Volume KB = $0,25 \times 0,25 \times 0,1 = 625 \cdot 10^{-8} \text{ mm}^3 = 625 \cdot 10^{-8} \text{ ml} \Rightarrow$	Kotak pinggir diagonal 64



# KULTUR KONTINIU

Kultur kontiniu adalah metode kultivasi yang dapat memperpanjang umur fase perbanyakkan bakteri.

Kultur kontiniu dapat dirancang dengan 2 metode yaitu metode **kemostat** dan **turbidostat**.

## Perbedaan Kemostat dan Turbidostat

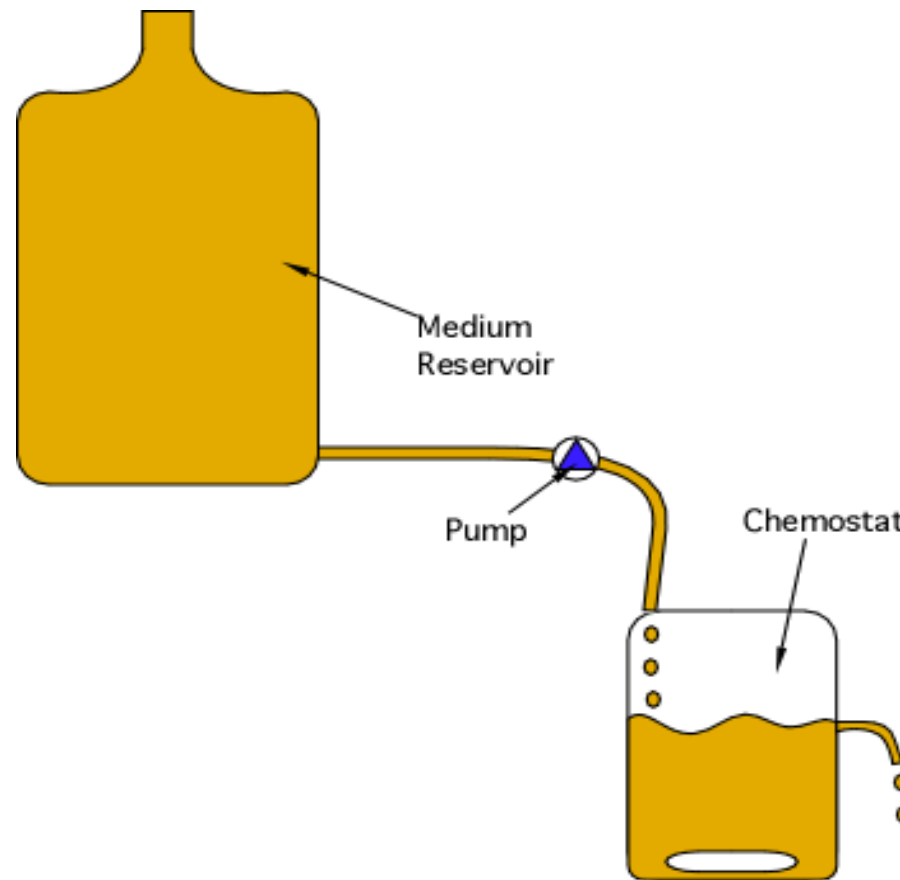
- Kemostat

Pada metode kemostat kontrol populasi bakteri berdasarkan pada laju pemasukan media pakan steril

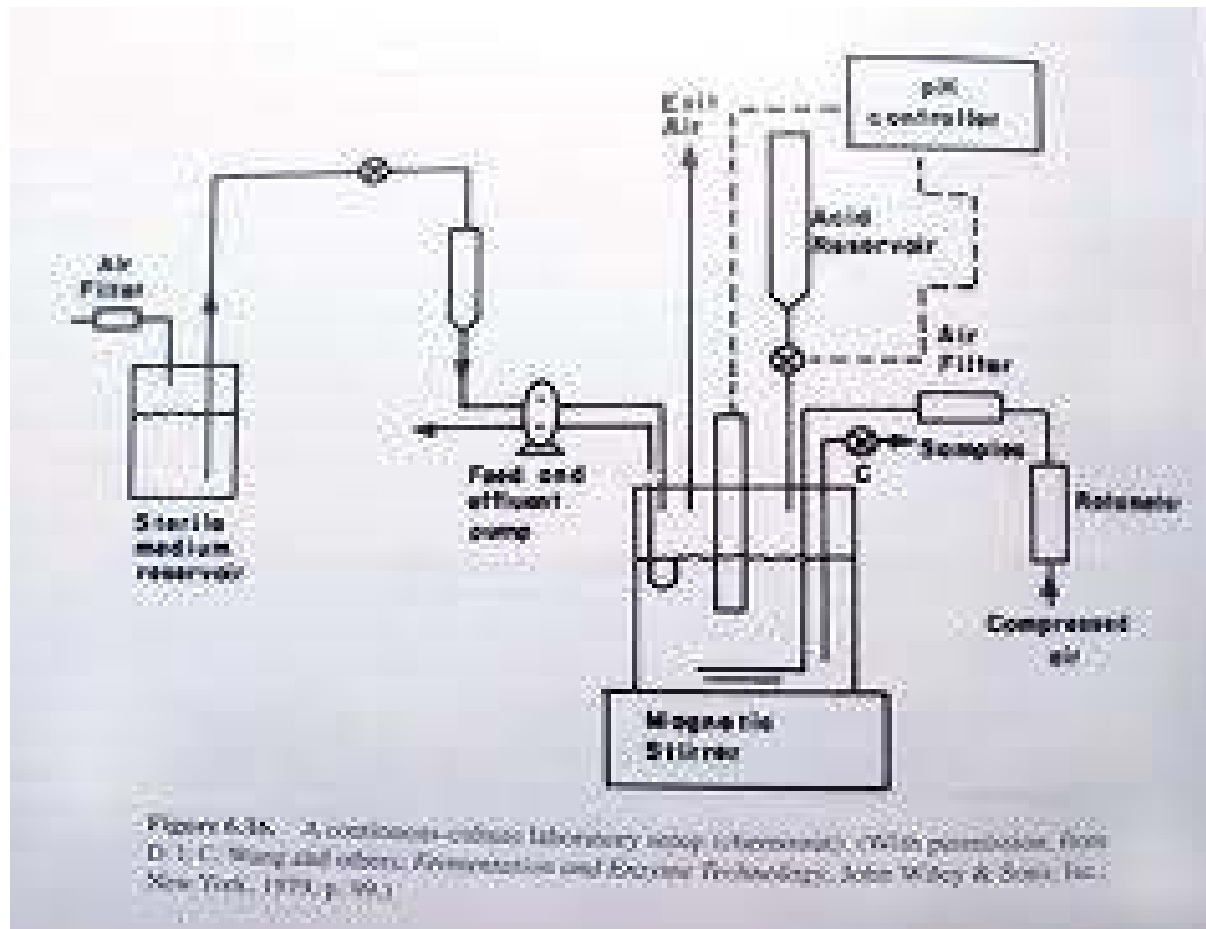
- Turbidostat

Pada metode turbidostat kontrol populasi berdasarkan sensor foto-sel yang dapat mengukur populasi bakteri.

# Metode Kemostat pada Kultur Kontiniu



# Metode Turbidostat pada Kultur Kontiniu



# Pengaruh Lingkungan Terhadap Pertumbuhan Mikroba

- ❖ Temperatur
- ❖ Kelembapan
- ❖ Tekanan osmosa
- ❖ pH
- ❖ Senyawa toksin
- ❖ Arus listrik
- ❖ Radiasi
- ❖ Tekanan muka
- ❖ Tekanan hidrostatis dan mekanik

# 1.Suhu

- pertumbuhan mikroba memerlukan kisaran suhu tertentu
- suhu minimum adalah suhu terendah tetapi mikroba masih dapat hidup
- suhu optimum adalah suhu paling baik untuk pertumbuhan mikroba
- suhu maksimum adalah suhu tertinggi untuk kehidupan mikroba

# Pengaruh Temperatur

## a. Psikrofil

Merupakan kisaran suhu pertumbuhan mikroba antara  $0-30^{\circ}\text{C}$ .

## b. Mesofil

Merupakan kisaran suhu pertumbuhan mikroba antara  $25-37^{\circ}\text{C}$ .

## c. Thermofil

merupakan kisaran suhu pertumbuhan mikroba antara  $45-80^{\circ}\text{C}$ .

Jika mikroba mampu tumbuh di atas  $80^{\circ}\text{C}$  disebut thermofil ekstrim atau hiperthermofil, sedangkan yang mampu tumbuh di bawah  $0^{\circ}\text{C}$  disebut psikrofil ekstrim atau hipopsikrofil

- suhu tinggi di atas suhu maksi mengakibatkan
  - **Titik kematian thermal** → suhu yang dapat mematikan spesies mikroba dalam waktu 10 menit pada kondisi tertentu
  - **Waktu kematian thermal** → waktu yang diperlukan untuk membunuh suatu spesies mikroba pada suatu suhu yang tetap



➤ suhu rendah mengakibatkan :

- *Cold shock* → penurunan suhu yang tiba-tiba menyebabkan kematian bakteri, terutama pada bakteri muda atau pada fase logaritmik
- *Pembekuan (freezing)* → rusaknya sel dengan adanya kristal es di dalam air intraseluler
- *Lyofilisasi* → proses pendinginan di bawah titik beku dalam keadaan vakum secara bertingkat. Proses pengawetan mikroba karena air protoplasma langsung diuapkan tanpa melalui fase cair (sublimasi)

## Kelembaban

- Untuk pertumbuhan ragi dan bakteri diperlukan kelembapan yang tinggi diatas 85%, sedangkan untuk jamur aktinomiset diperlukan kelembapan yang rendah dibawah 80%.

# Tekanan osmosa

- Larutan hipertonis menghambat pertumbuhan karena dapat menyebabkan plasmolisa. Tekanan osmosa tinggi banyak digunakan dalam praktek untuk pengawetan bahan-bahan makanan, seperti pengawetan ikan dengan penambahan garam, pengawetan buah-buahan dengan penambahan gula.

- mikroba diletakkan pada larutan hipertonis, maka selnya akan mengalami **plasmolisis**, → terkelupasnya membran sitoplasma dari dinding sel akibat mengkerutnya sitoplasma
- diletakkan pada larutan hipotonis, maka sel mikroba akan mengalami **plasmoptisa** → pecahnya sel karena cairan masuk ke dalam sel, sel membengkak dan akhirnya pecah

➤ berdasarkan tekanan osmose, mikroba dikelompokkan menjadi :

- **mikroba osmofil** : mikroba yang dapat tumbuh pada kadar gula tinggi

- **mikroba halofil** : mikroba yang dapat tumbuh pada kadar garam halogen yang tinggi

- **mikroba halodurik** : mikroba yang dapat tahan (tidak mati) tetapi tidak dapat tumbuh pada kadar garam tinggi, kadar garamnya dapat mencapai 30 %

# 4. pH

- tingkat keasaman mempengaruhi viabilitas mikroba
- pengelompokkan mikroba berdasarkan pH :
  - **Asidofil**, tumbuh pada pH 2,0 – 5,0
  - **Neurofil**, tumbuh pada pH 5,5 – 8,0
  - **Alkalifil**, tumbuh pada pH 8,4 – 9,5
- ❖ mikroba memiliki pH minimum, optimum dan maksimum
  - jamur kisaran pH luas
  - khamir 4,0 – 4,5
  - bakteri 6,5 – 7,5
- untuk menjaga kestabilan pH digunakan buffer

## 5. Ion dan Listrik

- Hg, Ag, Cu, Au, dan Pb pada kadar rendah dapat bersifat meracun (toksis)
- Logam berat mempunyai daya oligodinamik, yaitu daya bunuh logam berat pada kadar rendah
- Ion-ion lain yang dapat mempengaruhi kegiatan fisiologi mikroba, yaitu ion sulfat, tartrat, klorida, nitrat, dan benzoat. Dapat mengurangi pertumbuhan mikroba tertentu
- Senyawa lain yang juga mempengaruhi fisiologi mikroba, misalnya asam benzoat, asam asetat, dan asam sorbat

# Ion dan Listrik

- Listrik dapat mengakibatkan : 1) Elektrolisis bahan penyusun medium pertumbuhan, 2) Terbentuknya panas yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba
- Sel mikroba dalam suspensi akan mengalami elektroforesis apabila dilalui arus listrik
- Arus listrik tegangan tinggi yang melalui suatu cairan akan menyebabkan terjadinya shock karena tekanan hidrolis listrik



## 6. Radiasi

- menyebabkan ionisasi molekul-molekul di dalam protoplasma
- cahaya umumnya dapat merusak mikroba yang tidak mempunyai pigmen fotosintesis.
- cahaya mempunyai pengaruh germisida, terutama cahaya bergelombang pendek dan bergelombang panjang
- pengaruh germisida dari sinar bergelombang panjang disebabkan oleh panas yang ditimbulkannya. Sinar inframerah, Sinar x, sinar ultra violet, dan sinar radiasi lain dapat membunuh mikroba
- apabila tingkat iradiasi yang diterima sel mikroba rendah, maka dapat menyebabkan terjadinya mutasi pada mikroba

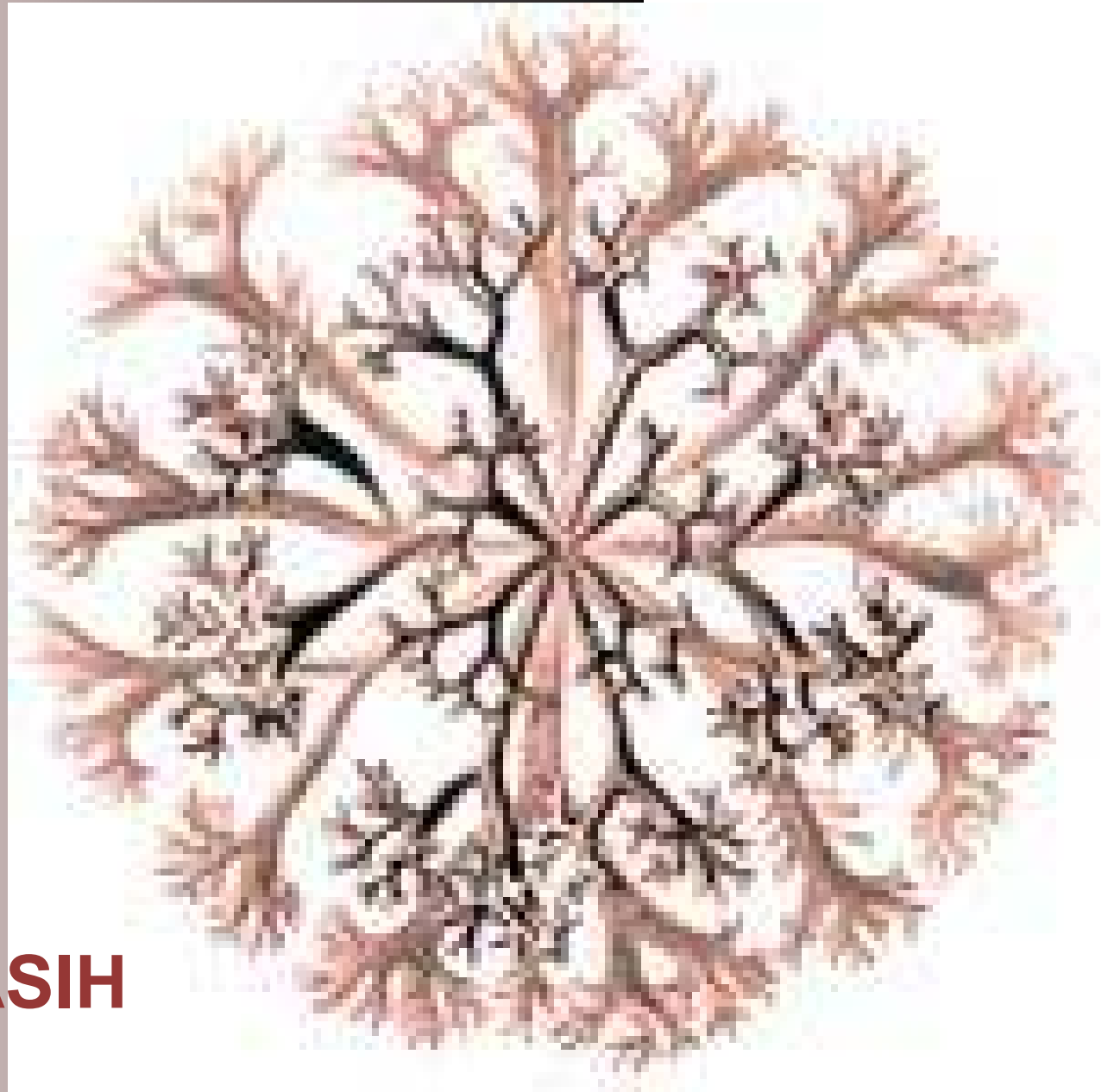
## 7. Tegangan Permukaan

- Tegangan muka mempengaruhi cairan sehingga permukaan cairan tersebut menyerupai membran yang elastis
- Perubahan tegangan muka pada dinding sel akan mempengaruhi pula permukaan protoplasma. Akibat selanjutnya dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan bentuk morfologinya
- Zat-zat seperti sabun, deterjen, dan zat-zat pembasah (surfaktan) seperti Tween80 dan Triton A20 dapat mengurangi tegangan muka cairan

## 8. Tekanan Hidrostatik

- mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan mikroba
- umumnya tekanan 1-400 atm tidak atau hanya sedikit mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan mikroba
- tekanan hidrostatik yang lebih tinggi dapat menghambat atau menghentikan pertumbuhan  
1) tekanan hidrostatik tinggi dapat menghambat sintesis RNA, DNA, dan protein, 2) mengganggu fungsi transport membran sel, 3) mengurangi aktivitas berbagai macam enzim

**TERIMA KASIH**

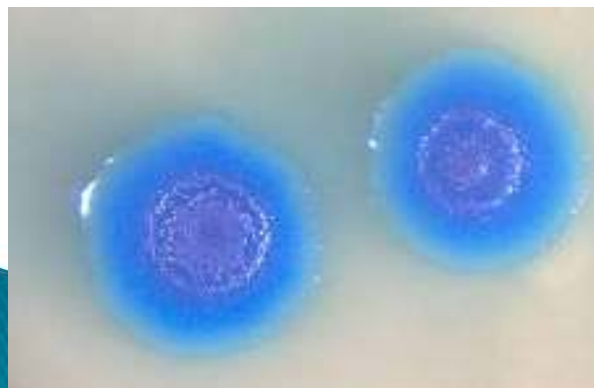


MIKROBIOLOGI PERTANIAN

GENETIKA MIKROBA

Dr. Haliatur Rahma, S.Si., MP



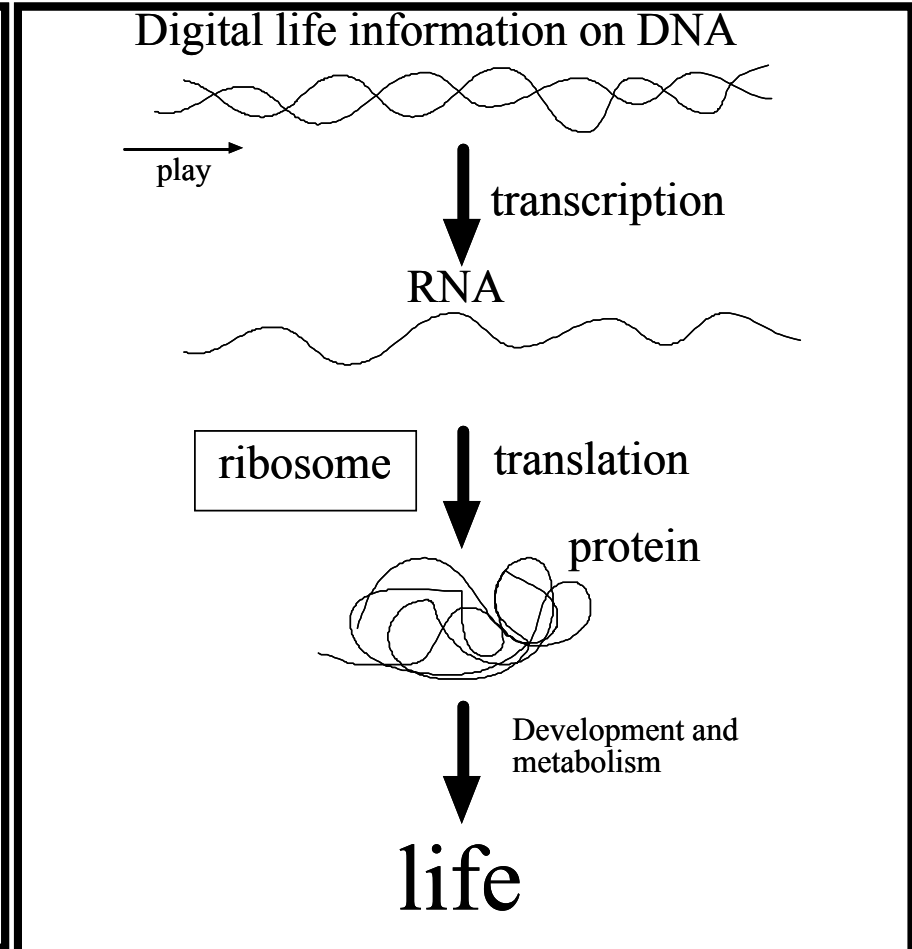
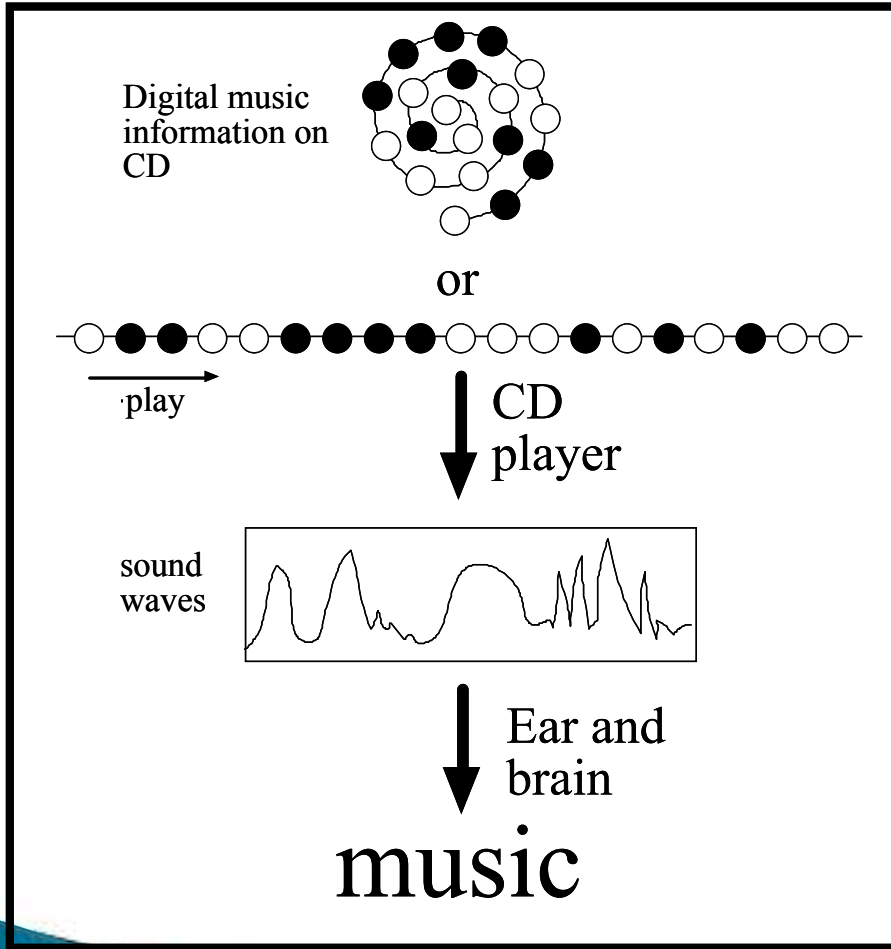


## Genetika Mikroba, WHY??

- ▶ Genetika adalah dasar dari ekspresi dari suatu ciri makhluk hidup.
- ▶ Jika metabolisme ~ dasar dari kehidupan, dan gen mengkode enzim-enzim yang berperan dalam metabolisme MAKA:  
gene ~ basis dari suatu kehidupan.



# Hubungan DNA dan Kehidupan





# MIKROBA

## Material Genetik

- ▶ Genom: Keseluruhan materi genetik di dalam organisma
- ▶ Kromosom : Struktur yang mengandung DNA
- ▶ Gene : Unit fungsional dari DNA yang dapat diekspresikan
- ▶ Bakteri mempunyai DNA berbentuk sirkular tertutup (plasmid)



... and are small circles of DNA found naturally in the cells of some organisms. A plasmid replicates itself as well as any other DNA located in it. For the reasons plasmids can be transferred from one cell to another cell.





## KROMOSOM

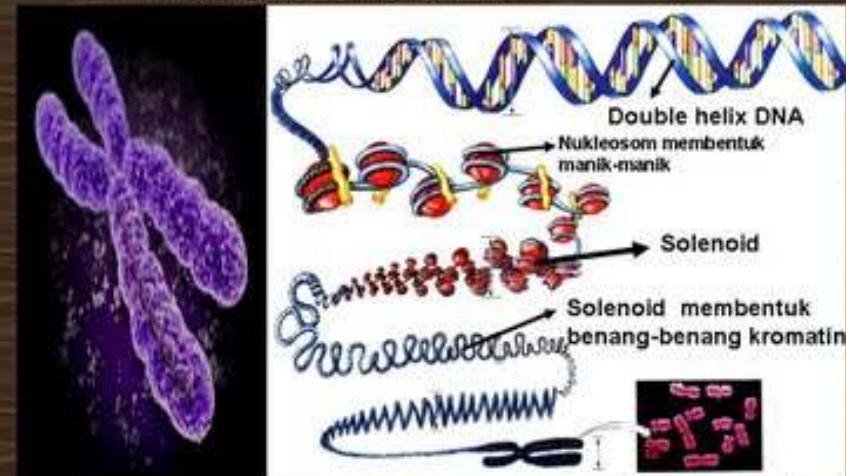
- Kromosom adalah suatu struktur padat yang terdiri dari 2 komponen molekul, yaitu: Protein dan DNA.
- Struktur padat kromosom hanya dapat dilihat jelas saat sel membelah pada tahap metafase.
- Kromosom terdapat di dalam nukleus .
- Kromosom tersusun dari benang – benang kromatin yang halus.

## PENGEMASAN KROMOSOM SECARA SINGKAT

- Untaian DNA di pital pada suatu set protein yaitu histon menjadi suatu bentukan yang disebut nukleosom.
- Unit-unit nukleosom membentuk benang-benang yang lebih padat dan terpital menjadi lipatan-lipatan solenoid.
- Lipatan solenoid membentuk benang-benang kromatin.
- Benang-benang kromatin tersusun membentuk kromosom.

# KROMOSOM

Kromosom merupakan struktur padat yang terdiri dari protein dan DNA.



Pengemasan DNA dalam kromosom.

Kromosom pada tahap metafase

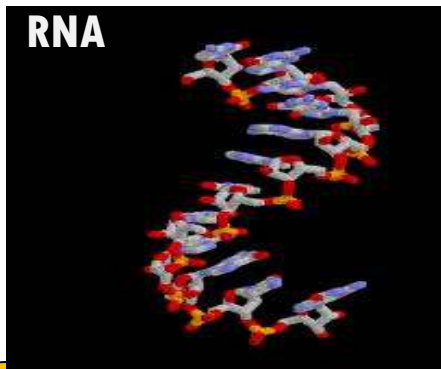


# KROMOSOM

## **B a k t e r i**

- Panjang kromosom *E. coli* = 1.7 mm
- Panjang sel *E. coli* = 2  $\mu\text{m}$
- DNA adalah supercoiled (topoisomerase)





# Material Genetik

DNA= deoxyribonucleic acid

RNA= ribonucleic acid

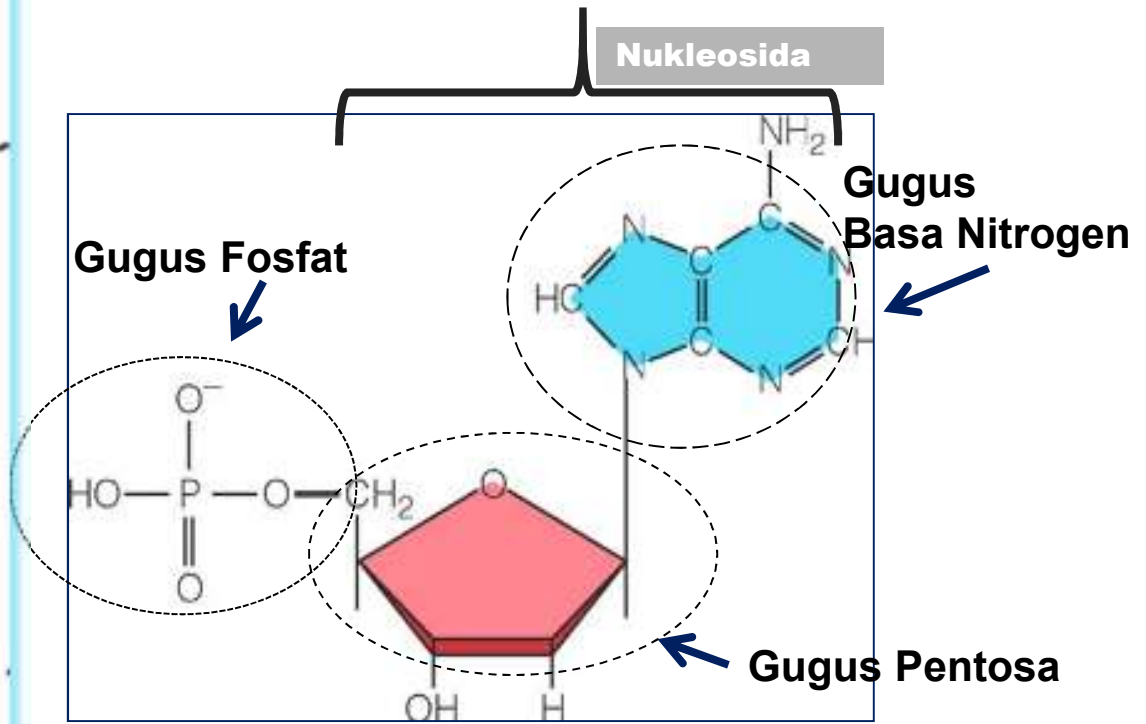
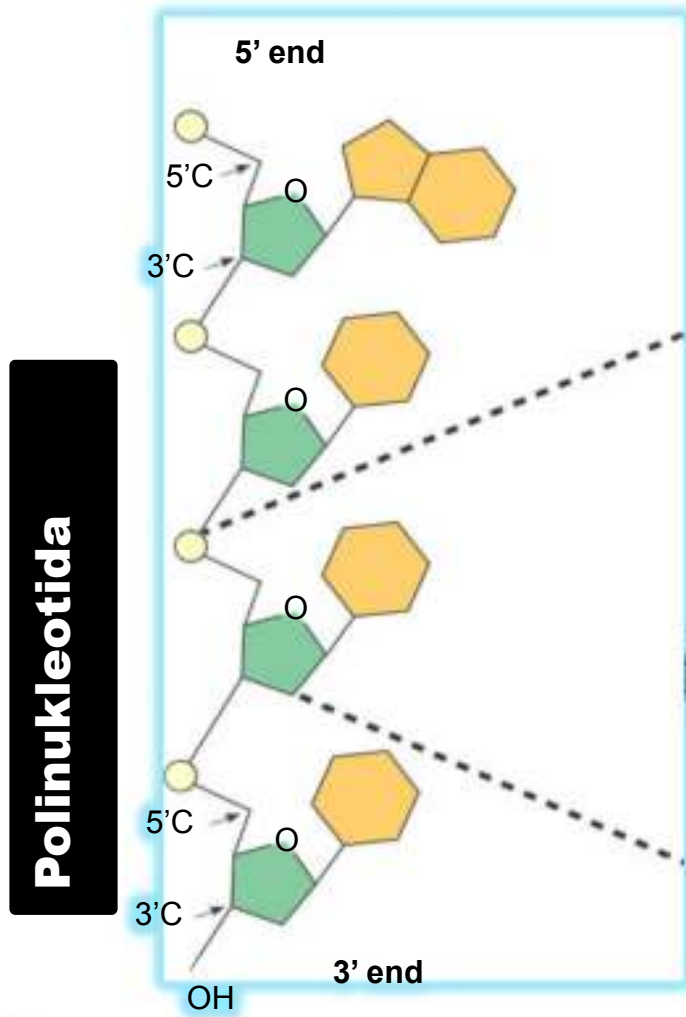
**Asam Nukleat**

- Semua organisma mempunyai DNA dan RNA
- Semua organisma menggunakan nukleotida yang sama
- DNA semua organisma dapat bereplikasi, bertranskripsi dan Bertranslasi



# Building Block

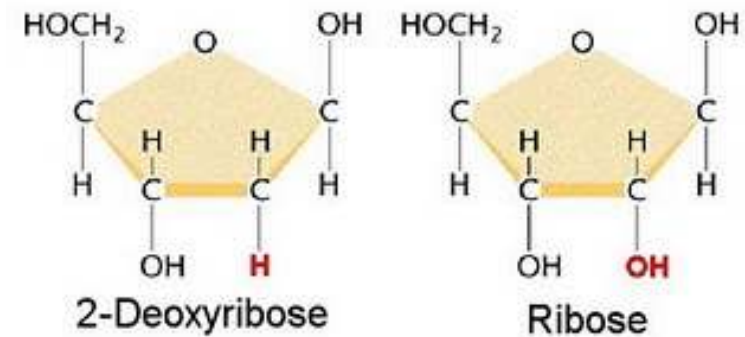
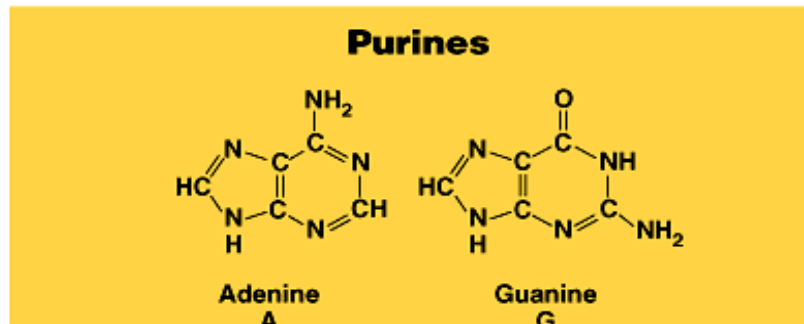
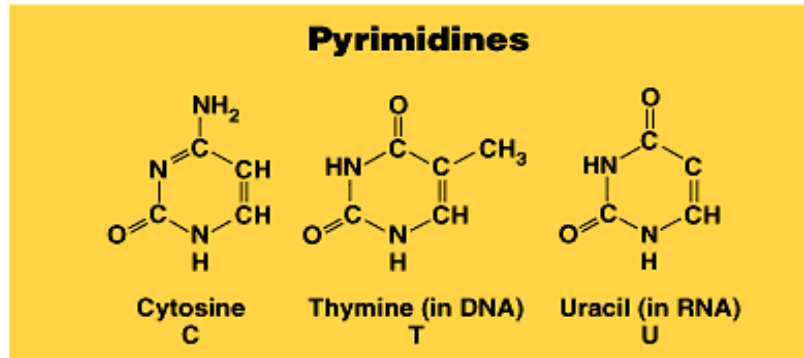
## Asam Nukleat



- Asam nukleat akan membentuk polimer (molekul yang tersusun dari pengulangan unit nukleotida – polinukleotida)

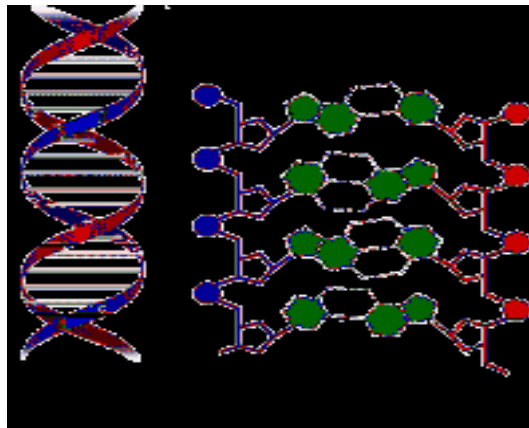
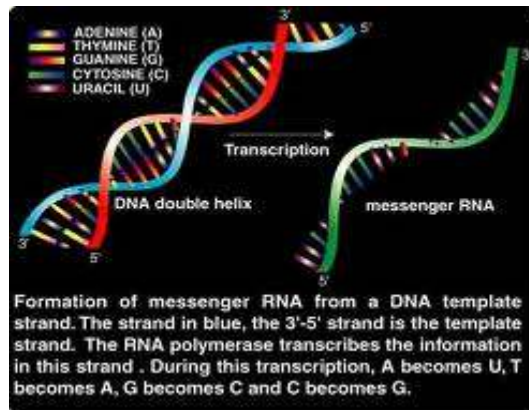


## Nukleotida **G U L A & B A S A**



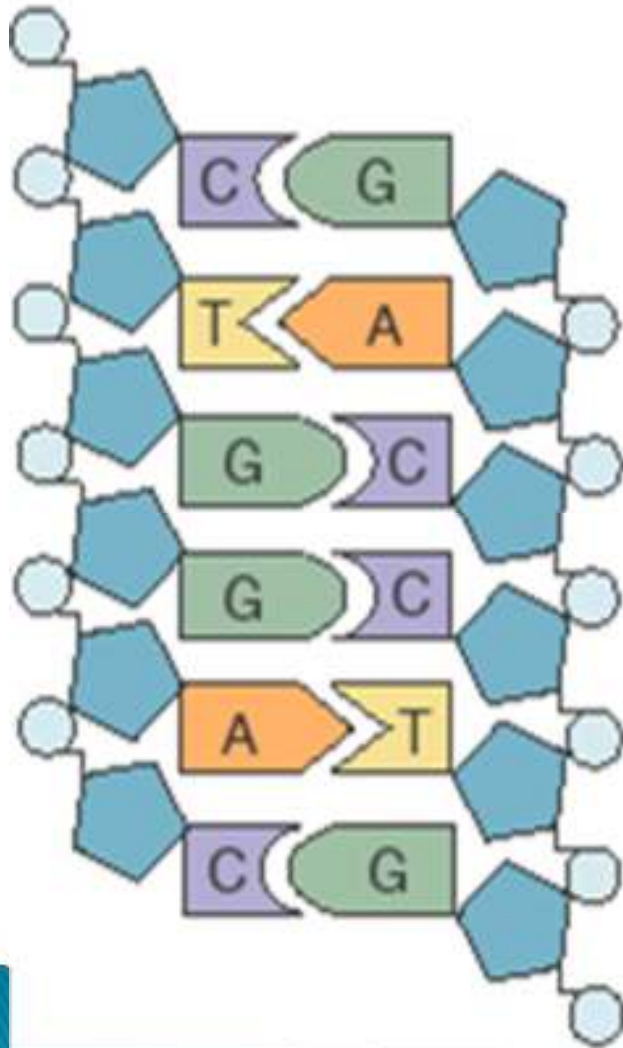


# Struktur DNA

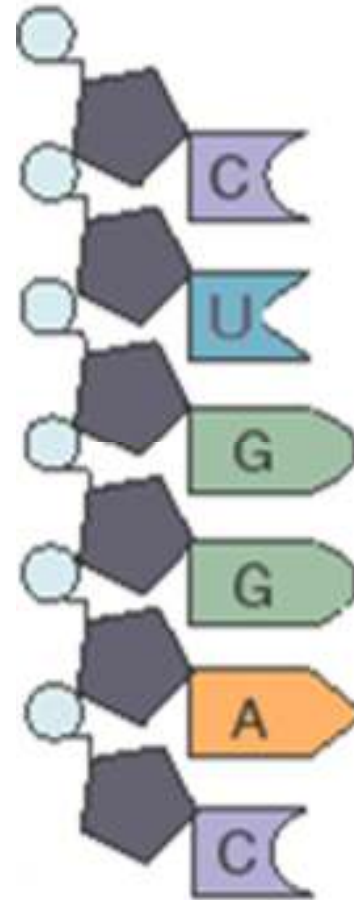


- ▶ Untuk DNA : mempunyai rantai ganda- Double stranded (double helix)
- ▶ Untuk RNA : mempunyai rantai tunggal - Single stranded
- ▶ Adanya pasangan basa pada double helix

# DNA



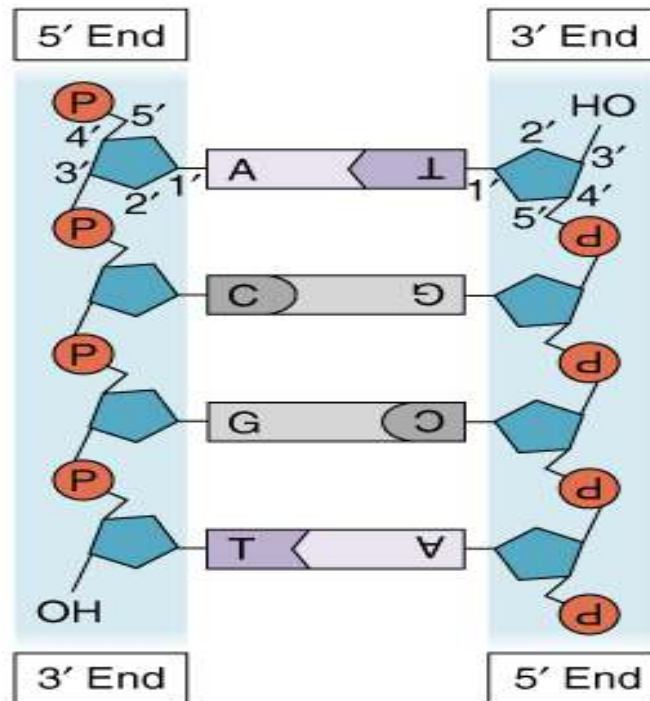
# RNA





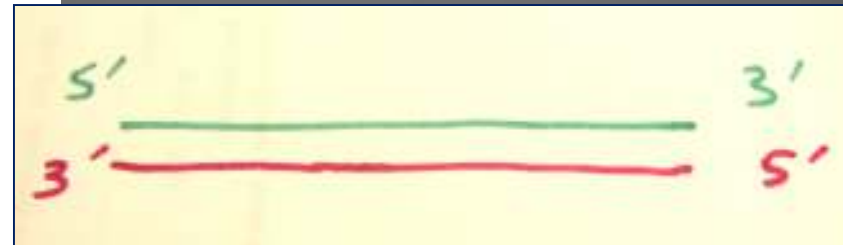
# Struktur DNA

## Anti paralel



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

arah 5' to 3'



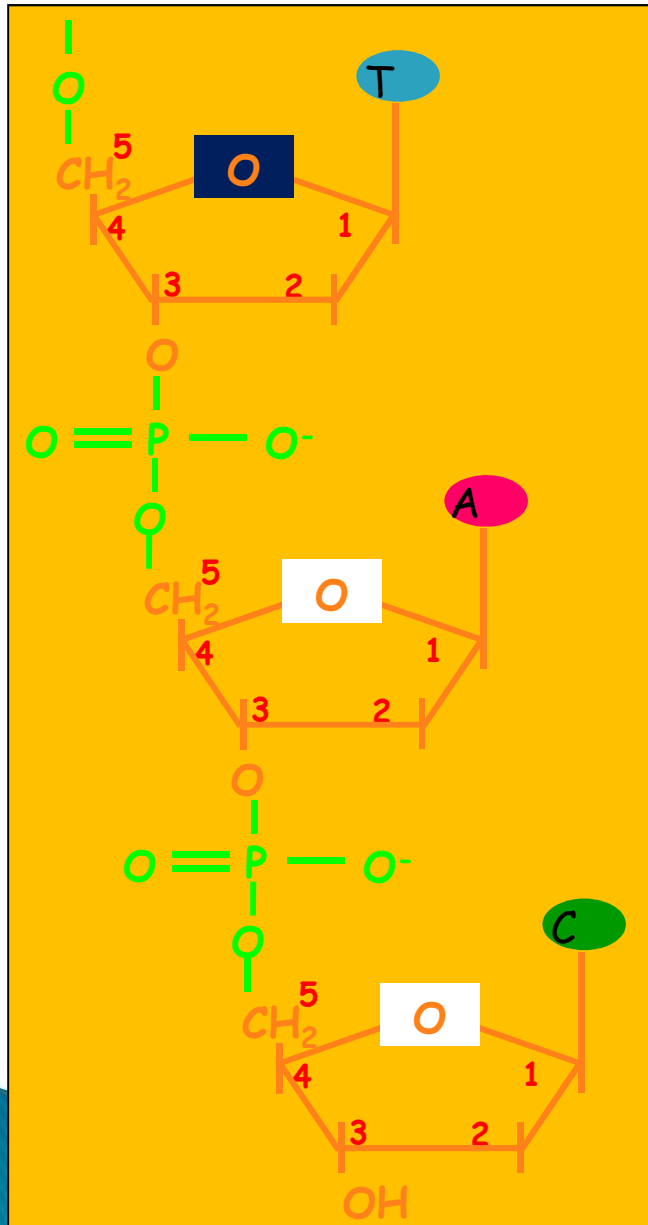
- Start pada Karbon 5 dari gula ke-1:  
 $PO_4-5'-3'-PO_4-5'-3'-PO_4-5'-3'-OH$   
(disebut sebagai arah 5'-3')

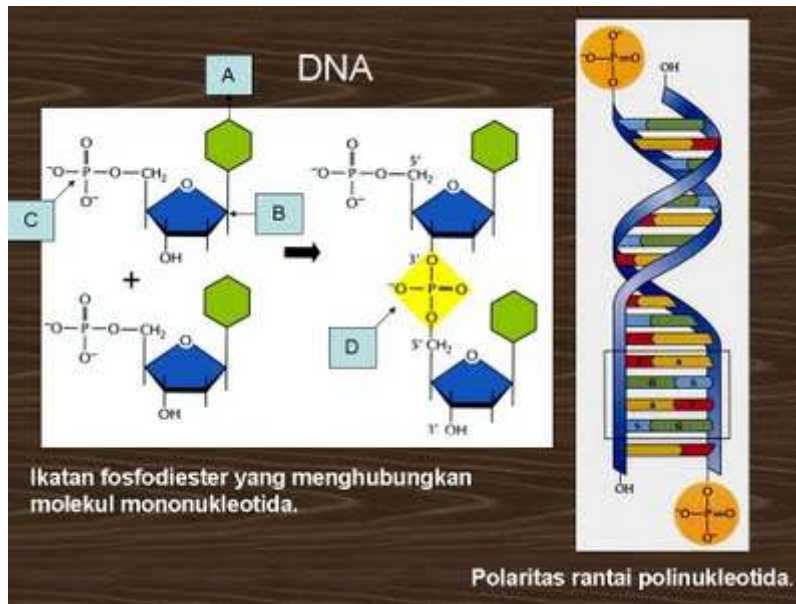




# Struktur DNA

- Polymer nukleotida:
- "Backbone" adalah deoxyribose-phosphate
- Pasangan basa komplementer:
  - A-T (Adenine – Thymine)
  - G-C (Guanine – Cytosine)





## POLARITAS

- Polaritas terjadi karena salah satu ujung rantai DNA merupakan gugus phospat dengan C 5'-deoksiribosa , sementara ujung DNA lain merupakan gugus hidroksil dengan C 3'-deoksiribosa.
- Dengan demikian rantai polinukleotida merupakan suatu polaritas polinukleotida 3'-----5" dan 5'-----3"
- Maka jika digambarkan adalah sbb:
- 5'-ATTGTSGAGG-3"
- 3'-TAASAGSTSS-5"

## Ikatan Molekul DNA

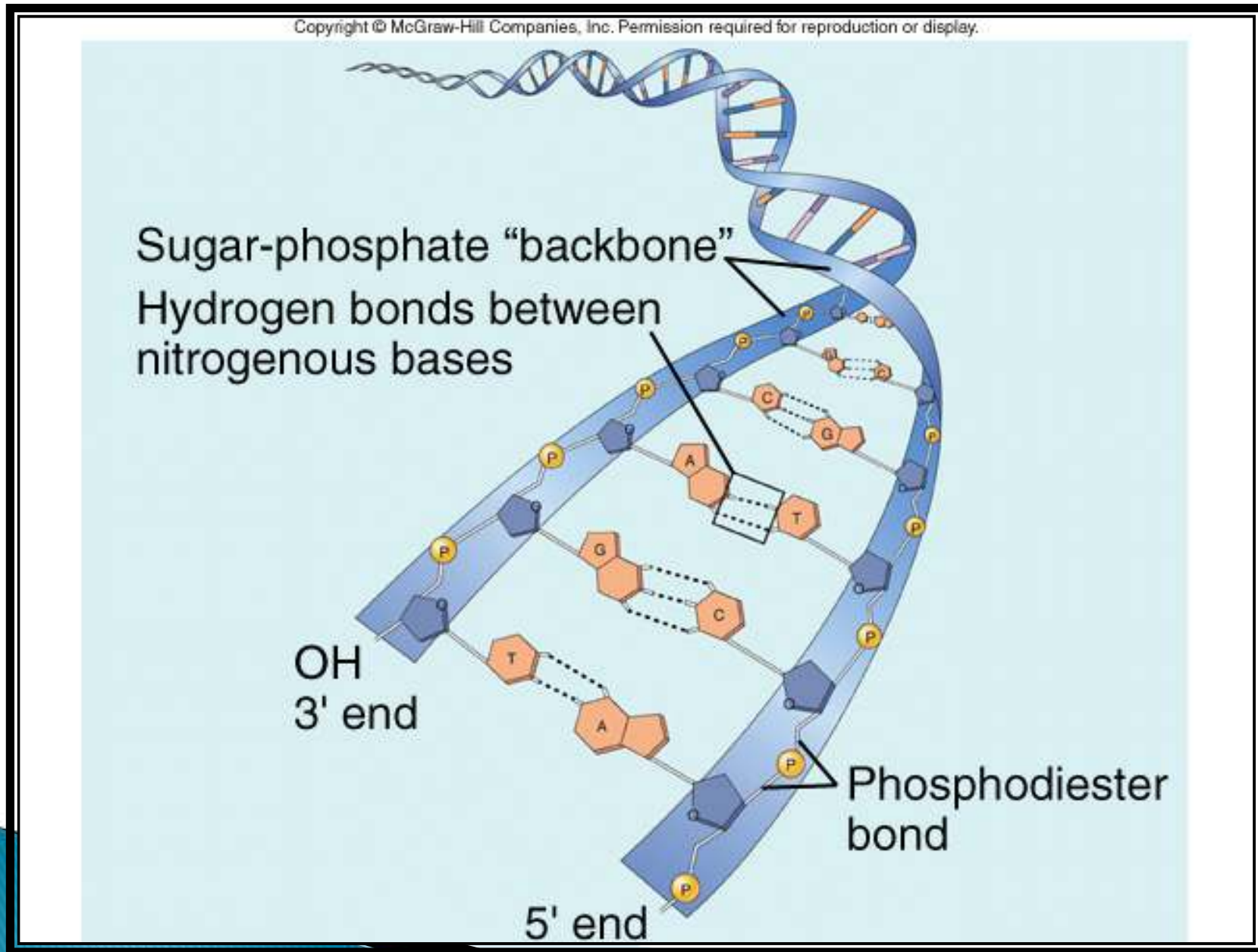
- a. Ikatan Hidrogen:  
antara pasangan basa nitrogen
- b. Ikatan Fosfodiester:

## Polaritas DNA tergantung dari :

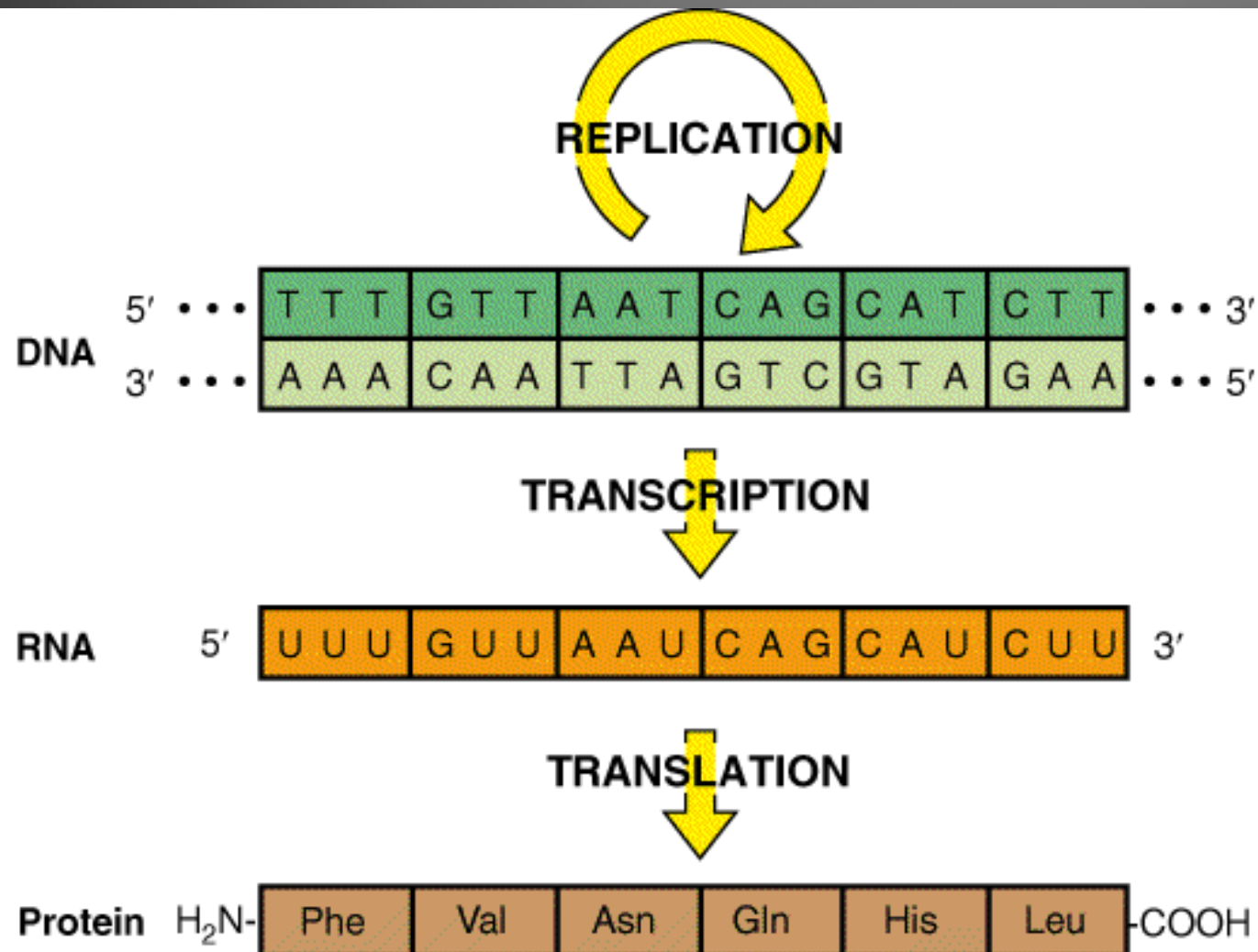
- Basa nitrogen
- Gula
- Fosfat
- Ikatan fosfodisester



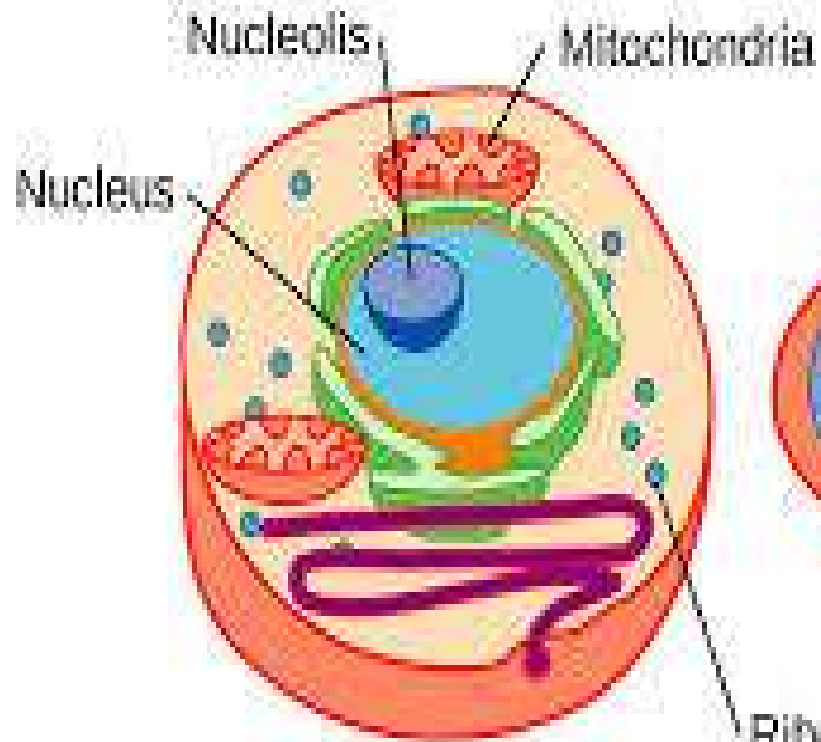
Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



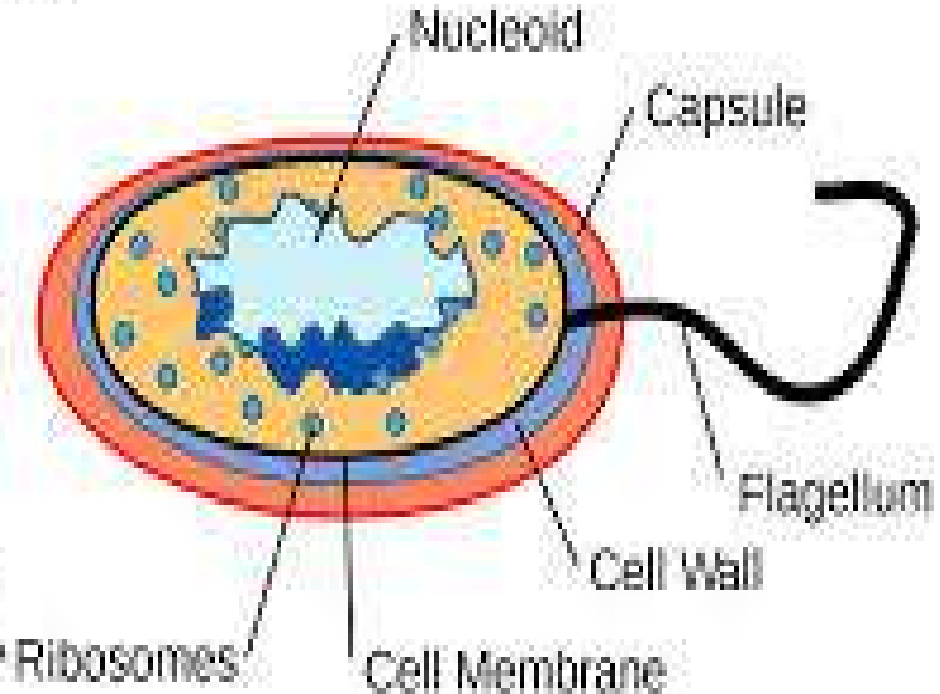
# Central dogma: Information flow in cells



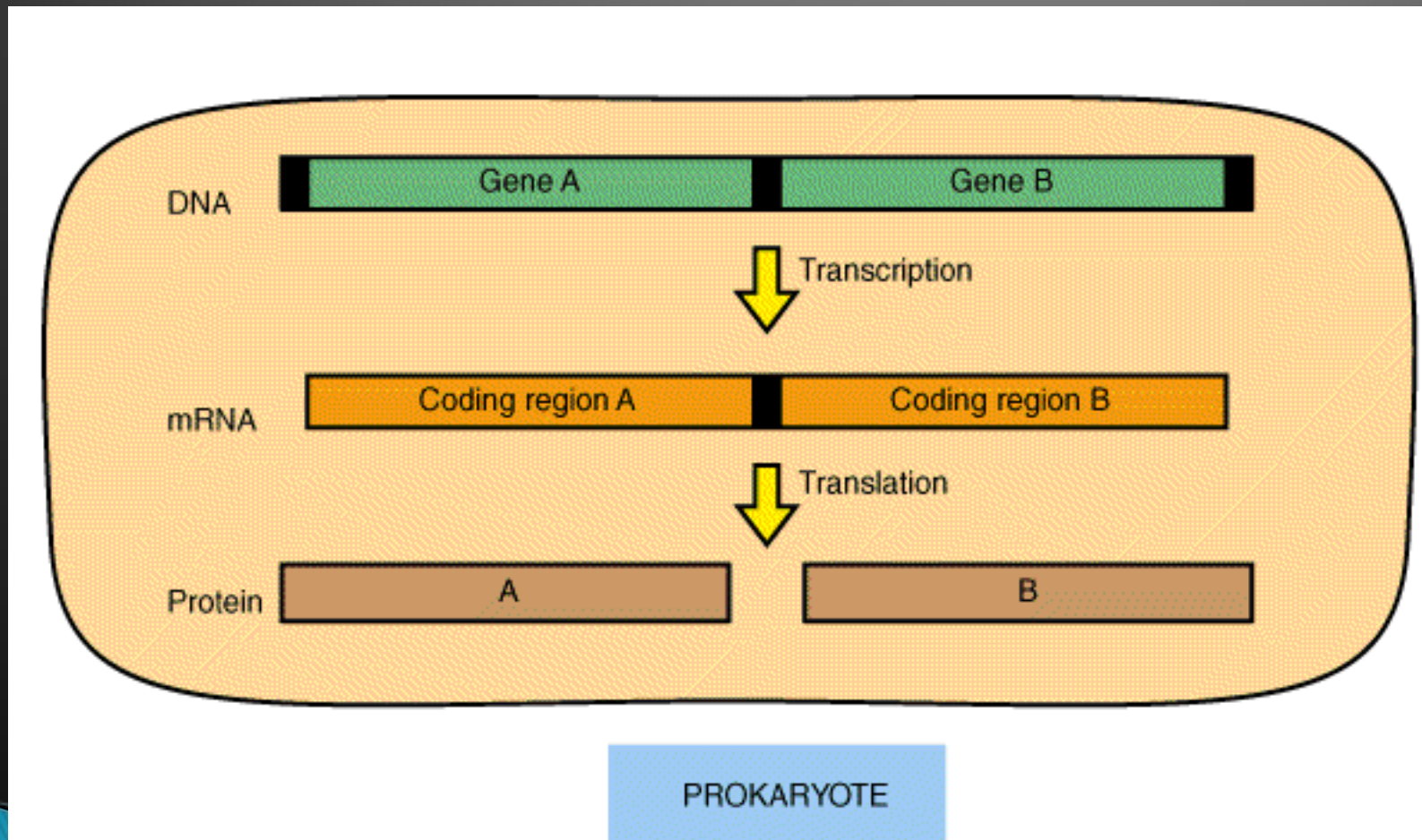
## Eukaryote



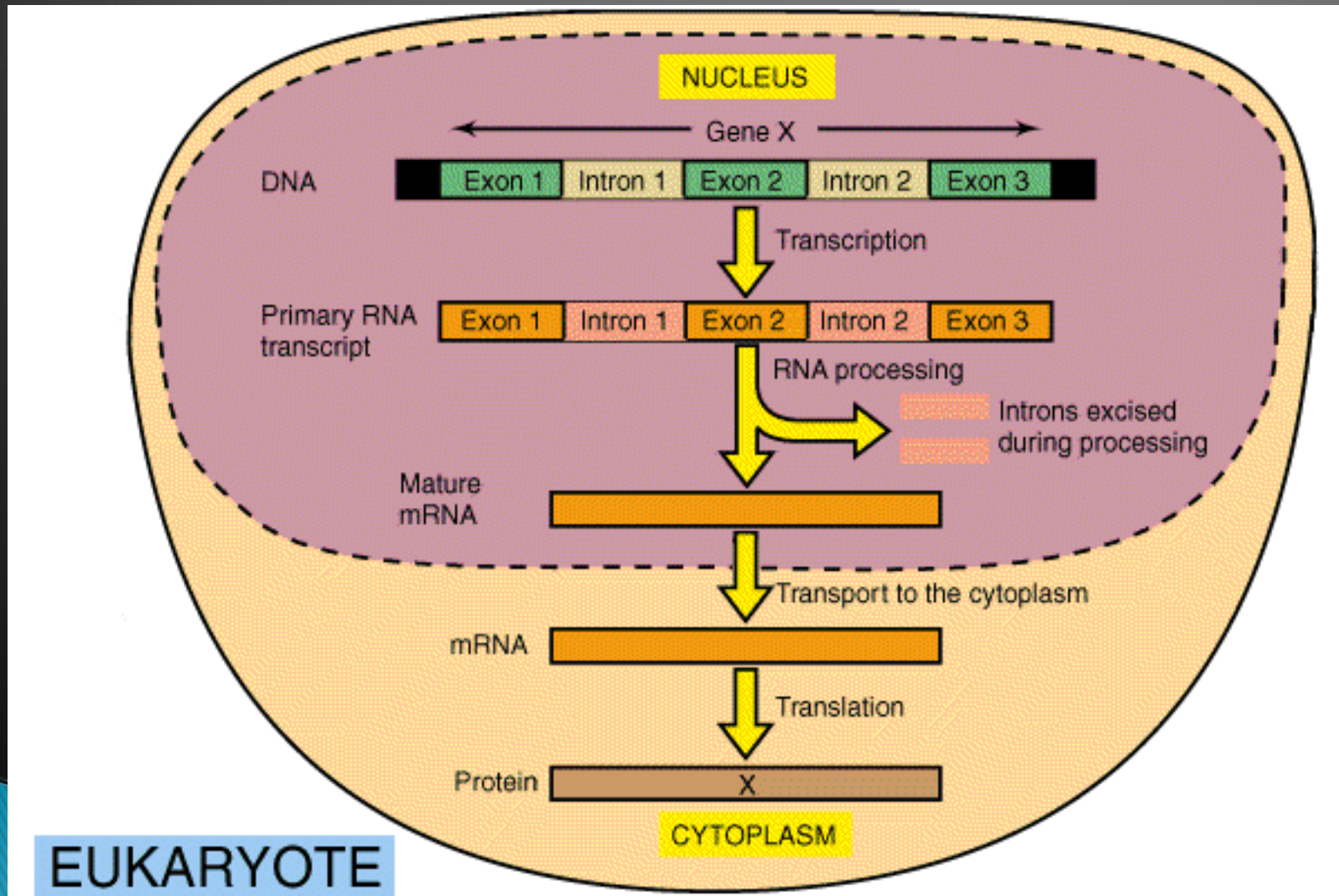
## Prokaryote



# Prokaryotic gene coding




# Eukaryotic processing of rRNA



# REKOMBINASI GENETIKA BAKTERI

- ▶ Apakah bakteri mengalami reproduksi secara seksual.....?
- ▶ >>>>>> pertukaran materi genetik dengan bakteri lainnya
- ▶ Pertukaran materi genetik >>> **Rekombinasi genetik**



- ▶ Bakteri memperbanyak sel dengan jalan pembelahan sel secara biner (AMITOSIS) yang didahului oleh replikasi kromosom bakteri
  - ▶ Penggandaan ini berlangsung dalam 2 arah, disekeliling kromosom sirkuler.
  - ▶ *E coli* yang tumbuh dalam kondisi optimum dapat membelah setiap 20 menit.
  - ▶ Pada kultur laboratorium setiap sel dapat menghasilkan satu koloni yang terdiri dari  $10^7 - 10^8$  bakteri dalam satu malam ( 12 jam)
  - ▶ Pembelahan sel merupakan pembiakan secara asexual dari satu induk tunggal maka bakteri dalam koloni identik secara genetik
  - ▶ Bila mengalami mutasi maka beberapa keturunannya akan memiliki kandungan genetik yang berbeda.
- 

# Rekombinasi Genetik Bakteri

1. **Transformasi** : pemindahan sedikit materi genetik, bahkan satu gen saja dari satu sel bakteri ke sel bakteri yang lainnya.
2. **Transduksi** : pemindahan materi genetik satu sel bakteri ke sel bakteri lainnya dengan perantaraan organisme yang lain yaitu bakteriofage (virus bakteri)
3. **Konjugasi** : pemindahan materi genetik berupa plasmid secara langsung melalui kontak sel dengan membentuk struktur seperti jembatan diantara dua sel bakteri yang berdekatan. Umumnya terjadi pada bakteri gram negatif.

# Transformasi

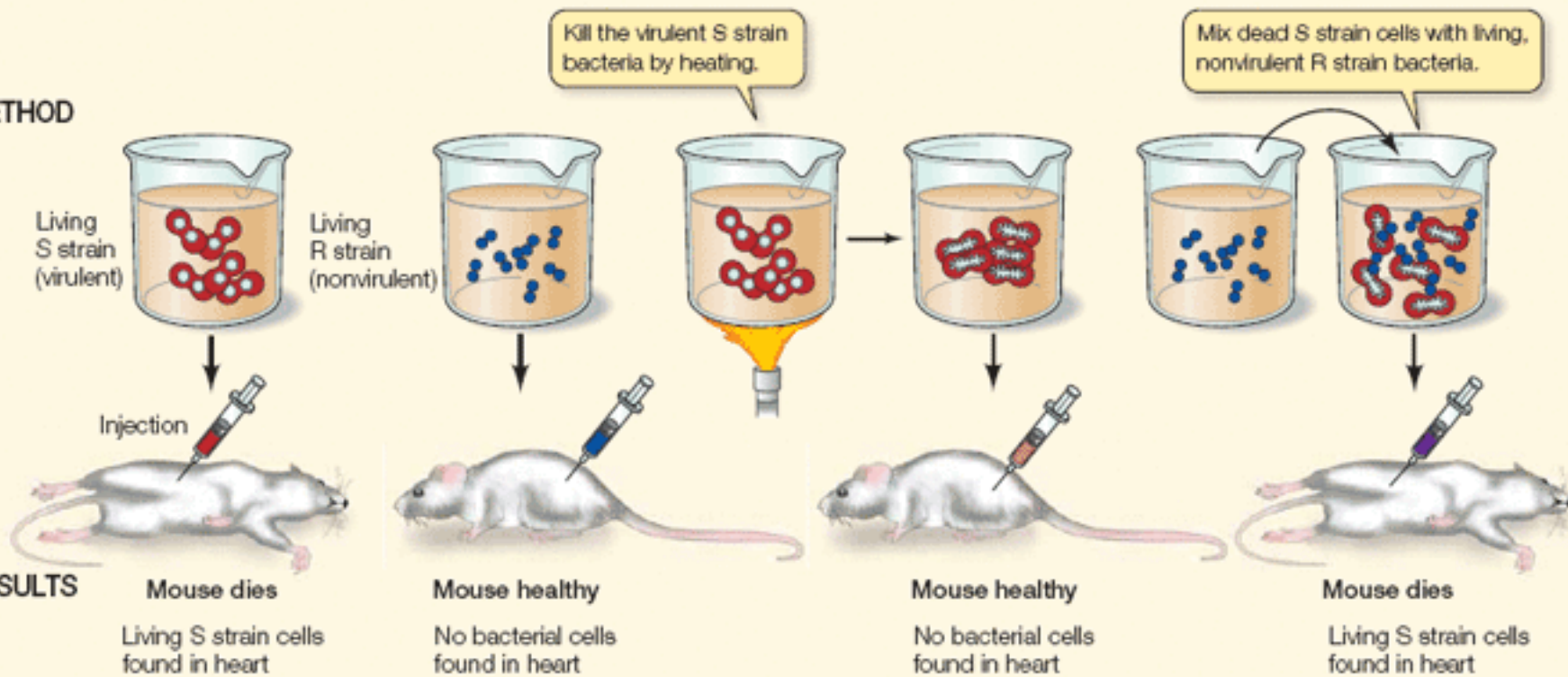
- ▶ Transformasi, merupakan proses yang mirip proses seksual yaitu sel bakteri penerima mengabsorpsi dan menggabungkan materi genetik yang heritable dari bakteri donor ke dalam selnya. Biasanya gen transformasi yang merupakan DNA diperoleh bakteri penerima dari filtrate tumbuh bakteri donor.

- ▶ Frederick Griffith (1928), meneliti vaksin bakteri penyebab pneumonia yaitu *Streptococcus pneumoniae*.
  - Strain bakteri *S. pneumoniae* yang tidak virulen (Rough/telanjang) + strain yang virulen (smooth/kapsul) yang sudah mati, dapat berubah menjadi virulen setelah kontak.
  - **Kok bisa???????**
  - Oswald Avery, Coling MacLeod & Maclyn McCarty (tahun 1944), DNA genom bakteri dari strain yang virulen ditransformasi ke strain non virulen >>>>> bakteri non virulen tadi berubah menjadi virulen.

## EXPERIMENT

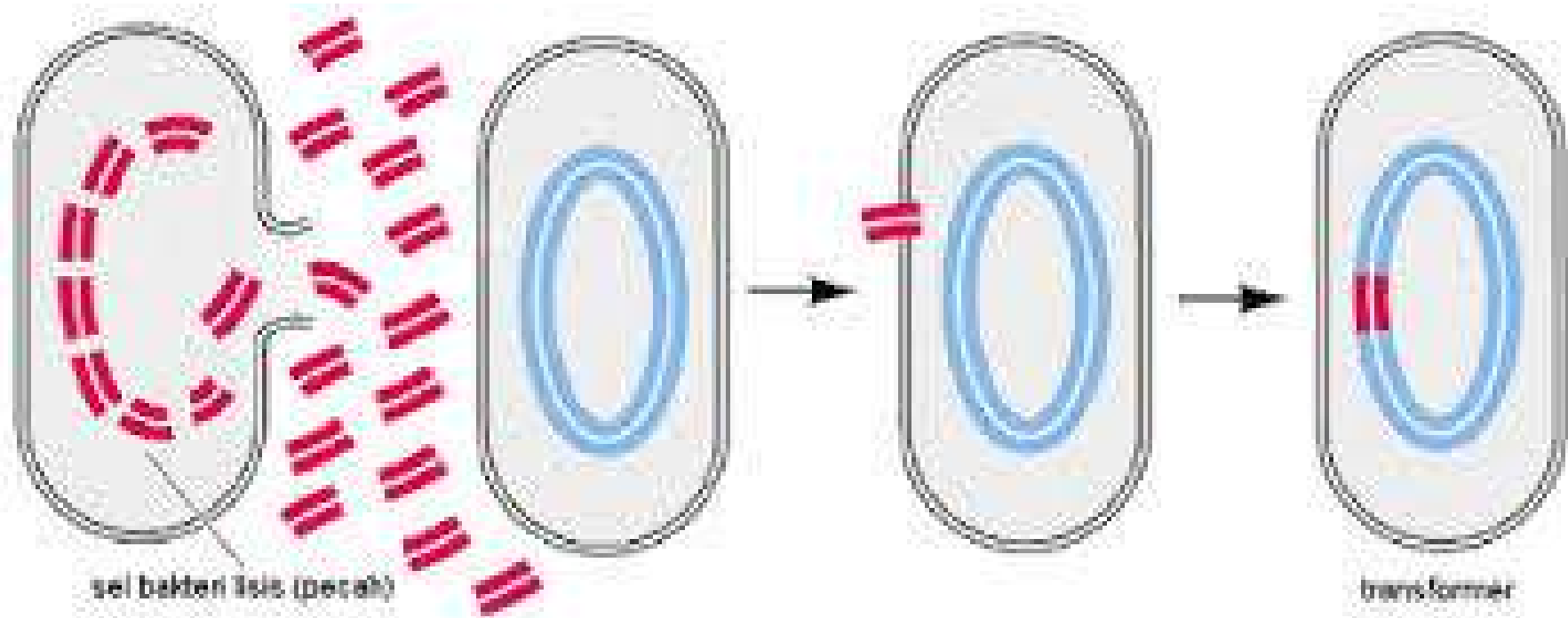
**HYPOTHESIS:** Material in dead bacterial cells can genetically transform living bacterial cells.

### METHOD



**CONCLUSION:** A chemical substance from one cell is capable of genetically transforming another cell.

# Transformasi



# TRANSFORMASI

(a) Type R nonvirulent



No bacteria recovered

(b) Type S virulent



Virulent type S recovered

(c) Heat-killed type S



No bacteria recovered

(d) Type R + Heat-killed type S



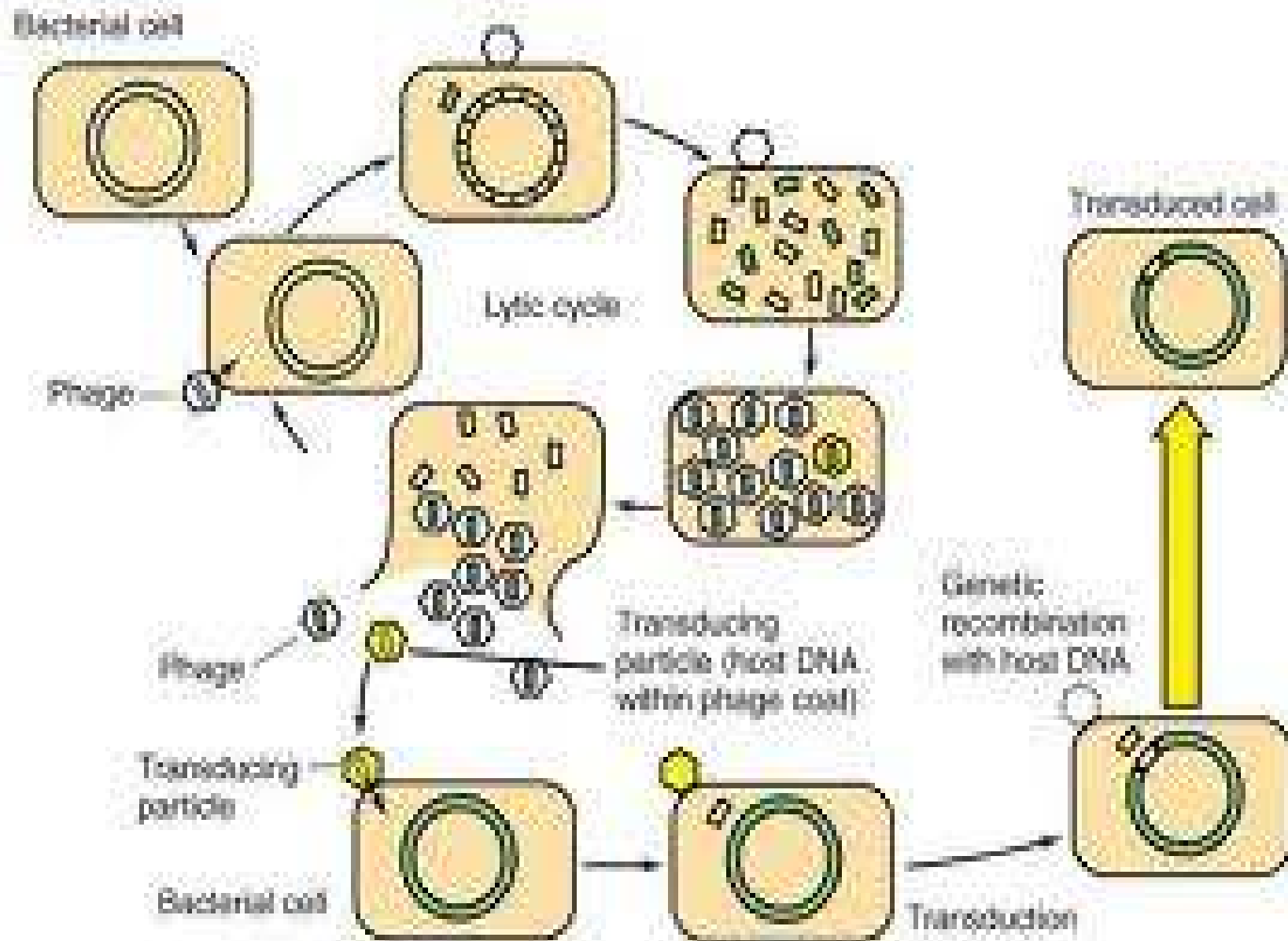
Virulent type S recovered

# Transduksi

- ▶ Transduksi, merupakan proses pemindahan materi genetik oleh bakteriofag (virus bakteri) dari inang (bakteri) yang diinfeksi sebelumnya (yang di dalamnya terbentuk fage) ke dalam sel bakteri yang diinfeksi berikutnya.
- ▶ Transfer informasi genetik dengan cara ini tidak terbatas spesies yang sama atau bahkan genus (warisan vertikal).
- ▶ contoh, bakteri gram negative dapat mengirimkan materi genetik antar spesies;
- ▶ *Agrobacterium* mentransmisikan gen melewati batas kingdom yaitu ke tanaman. Proses seperti ini disebut transfer gen horizontal.



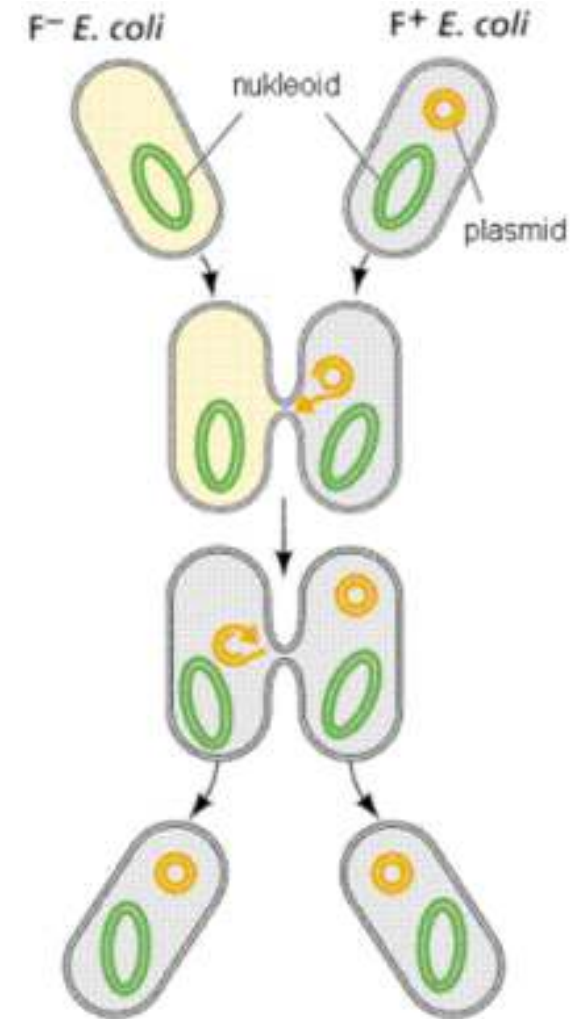
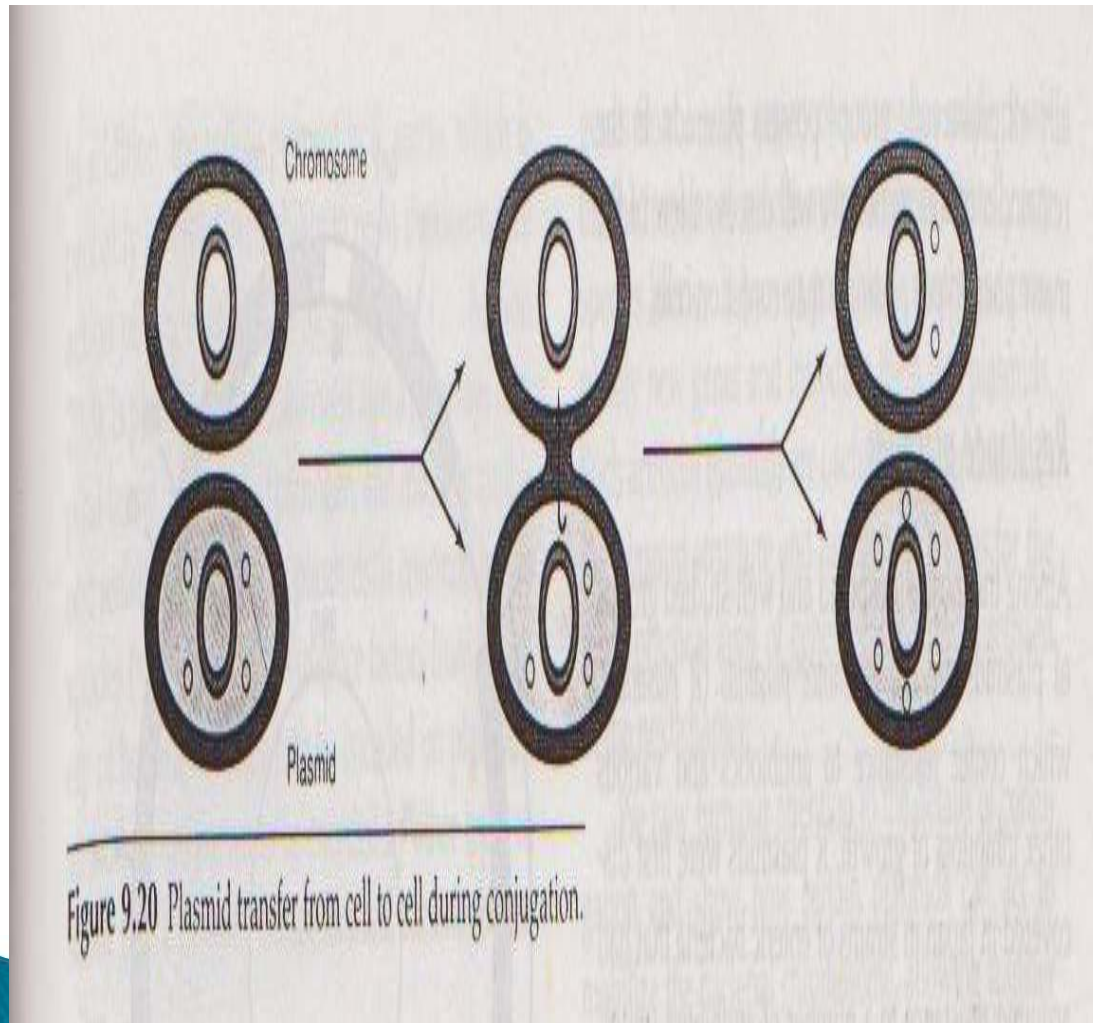
# Transduksi



# Konyugasi

- ▶ Konjugasi. Terjadi ketika dua bakteri yang kompatibel kontak dengan satu sama lain dan sebagian kecil dari kromosom atau plasmid dari satu sel bakteri ditransfer ke bakteri lain melalui jembatan konjugasi atau pilus.

# Konjugasi



# Genetic Microbial Tugas mandiri



- ▶ Browsing informasi dari situs2 di internet, dengan key words: Genetika Mikroba atau Genetic Microorganism!
- ▶ Buatlah ringkasan yang dapat menambah wawasan anda tentang informasi genetika mikrooragnisma!
- ▶ Buat dalam bentuk makalah mandiri, sebutkan sumber dan referensinya!
- ▶ Kirim ke [haliatur\\_rahma@yahoo.com](mailto:haliatur_rahma@yahoo.com)
- ▶ Konfirmasi: 081374516900





# METABOLISME MIKROBA II

Dr. Haliatur Rahma, S.Si., MP

## PENDAHULUAN

- Untuk dapat tetap hidup dan berkembang biak, mikroba melakukan berbagai proses metabolisme
- Proses metabolisme dapat berlangsung bila tersedia energi yang dibutuhkan
- Mikroba mempunyai kekhasan dalam pembentukan energi yang dibutuhkan, seperti fermentasi, respirasi atau fotosintesis
- “Hasil samping” proses pembentukan energi berupa senyawa yang dapat dimanfaatkan menjadi produk yang berguna bagi manusia, contohnya etanol, asam organik dll berdasarkan lintasan metabolismenya

## Metabolisme :

Semua aktivitas kimiawi yang terjadi dalam sel, baik yang berfungsi penguraian (katabolisme) maupun pembentukan (anabolisme) → prinsipnya reaksi oksidasi-reduksi

## Fungsi Metabolisme :

- Memecah senyawa kompleks (nutrien) menjadi substrat/**prekursor** (senyawa awal)
- Menangkap **energi** yang dilepaskan dari pemecahan nutrien.(katabolisme)
- **Sintesis molekul** yang dibutuhkan (anabolisme)

## Hubungan antara Katabolisme & Anabolisme :

- **Katabolisme** : oksidatif; *exergonic* (melepaskan energi)
- **Anabolisme** : reduktif, *endergonic* (membutuhkan energi)



**KATABOLISME**  
(Khimosintesis)

Nutrien/Seny kimia  
(KH, Protein, Lemak)

Fosforilasi tk. substrat  
& Fosforilasi Oksidatif

**Energi**



Produk metabolisme/  
metabolit

**ANABOLISME**  
(Biosintesis)

Biopolimer/Mol Sel

RNA, DNA, Protein,  
Polisakarida, Lemak

Prekursor/intermediate  
(asam amino, gula, asam  
lemak, purin dll)

Akumulasi  
intraseluler

**Substrat**

**KATABOLISME**  
(Fotosintesis)

Cahaya

Fotofosforilasi



**Energi**

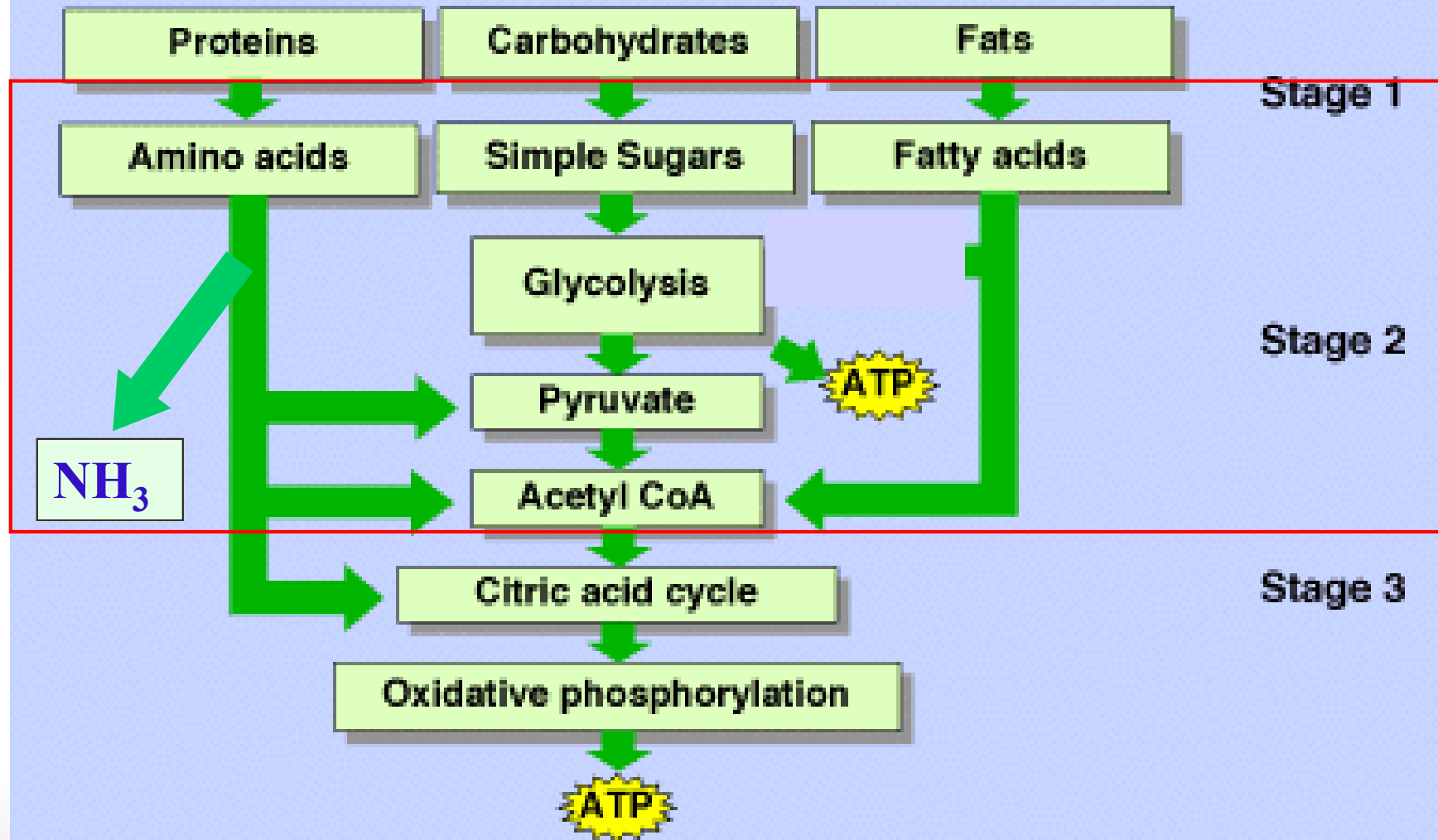
**Skema Proses Metabolisme Di dalam Sel Mikroba**

# I. KATABOLISME

- Katabolisme merupakan beberapa jalur metabolisme yang membebaskan atau mengeluarkan energi dengan memecah molekul kompleks menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana.
- Jalur utama katabolisme : respirasi selular, dimana glukosa dan bahan bakar organik lainnya dipecah dengan adanya oksigen menjadi karbon dioksida dan air.
- Gula atau glukosa adalah sumber energi kehidupan.



# Overview of catabolic processes



# KATABOLISME

- Pemecahan dari glukosa (katabolisme ) memiliki beberapa jalur yang berbeda :
  - Respirasi aerob ( aerobicc respiration )
  - Respirasi anaerob ( anaerobic resiration )
  - Fermentasi ( fermentation )
  - Fotosintesis

# 1. RESPIRASI AEROB (aerobic respiration)

- Glukosa adalah heksosa, monosakarida,  $C_6H_{12}O_6$ . Molekul ini secara sistematis dipecah melalui tiga jalur yang saling berhubungan menjadi karbon dioksida (  $CO_2$  ) dan air (  $H_2O$  ).
- Tiga jalur tersebut adalah :
  - Glikolisis
  - Siklus TCA ( siklus asam trikarboksilat )
  - Transport Elektron

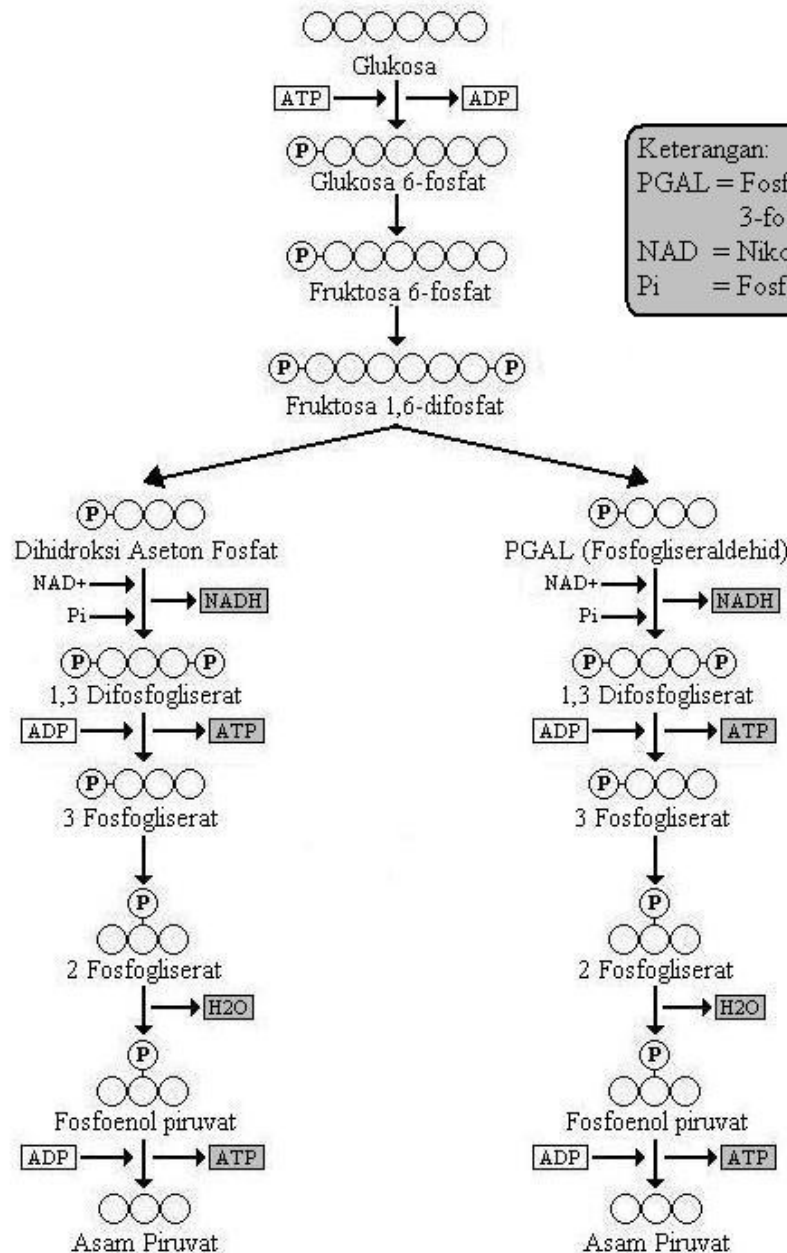
# a. Glikolisis

- Glikolisis adalah salah satu lintasan paling penting yang digunakan oleh sel untuk menghasilkan energi.
- Glikolisis tidak mensyaratkan adanya oksigen dan bisa terdapat sel-sel baik yang aerobik maupun anaerobik.
- Pada jalur ini molekul glukosa dirubah menjadi asam piruvat (glikolisis) dan asam piruvat menjadi asam laktat (fermentasi asam laktat) tanpa pemasukan molekul oksigen

# a. Glikolisis

- Dalam glikolisis, ditemukan 4 jalur utama pada bakteri yang berbeda :
  - Embden - Meyerhoff - Parnas Pathway (EMP): Merupakan jalur glikolisis "klasik" yang ditemukan di hampir semua organisme.
  - Hexose Monophosphate Pathway ( HMP): Jalur Heksosa monofosfat ini juga disebut fosfoketolase. Jalur ini juga ditemukan disebagian besar organisme. Jalur ini bertanggung jawab untuk sintesis nukleotida.
  - Entner - Doudoroff Pathway ( ED ): Jalur ini ditemukan di *Pseudomonas* dan genera terkait.
  - Pentosa fosfat (PP)
- **Hasil dari Glikolisis adalah :**
  1. 2molekul asam piruvat
  2. 2molekul NADH yang berfungsi sebagai sumber elektron berenergi tinggi
  3. 2molekul ATP untuk setiap molekul glukosa

## Bagan Glikolisis



Keterangan:

PGAL = Fosfogliseraldehid/  
Gliseraldehid  
3-fosfat

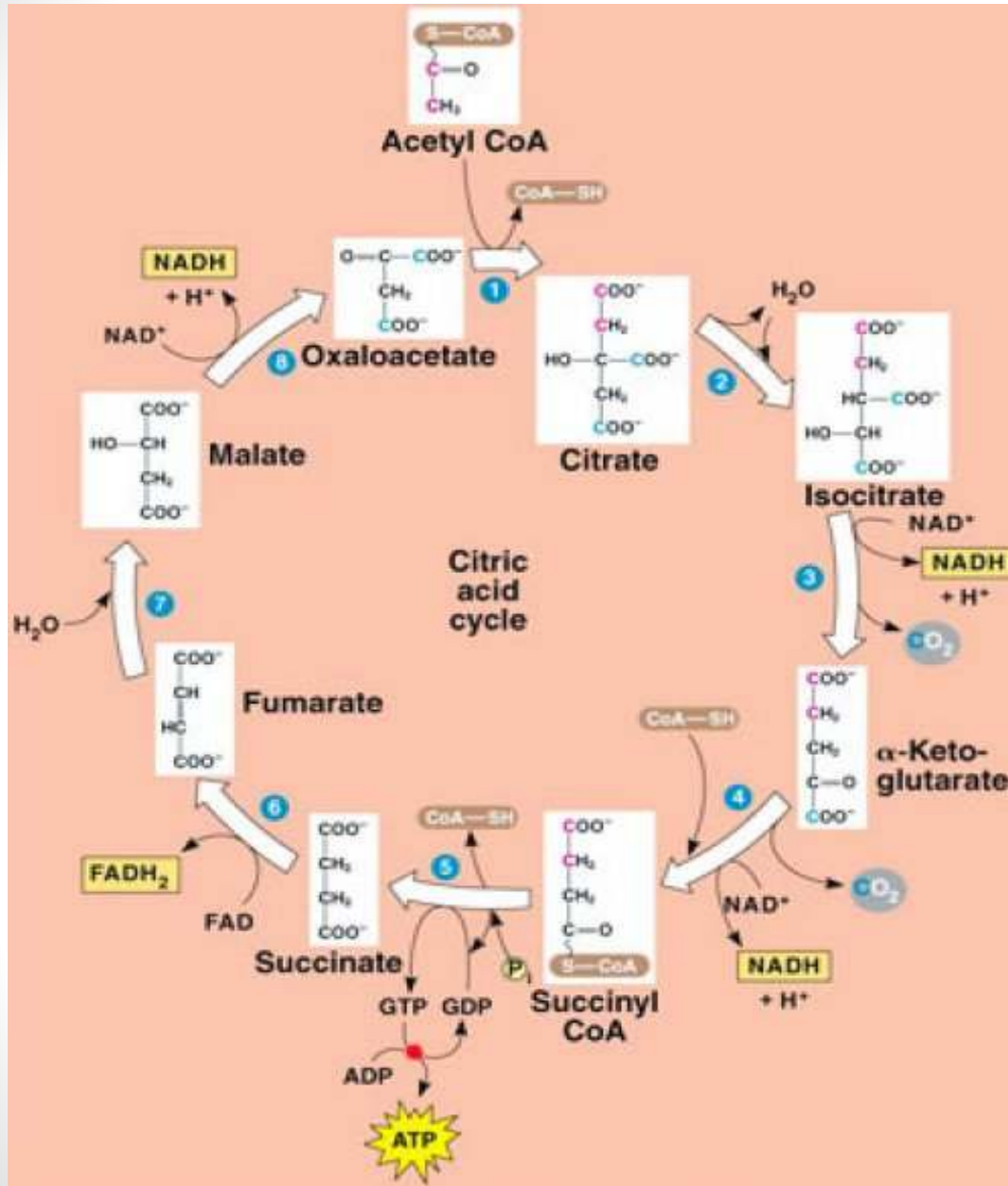
NAD = Nikotinamid Adenin Dinukleotid

Pi = Fosfat Anorganik

- Hasil dari Glikolisis adalah :
  1. 2 molekul asam piruvat
  2. 2 molekul NADH yang berfungsi sebagai sumber elektron berenergi tinggi
  3. 2 molekul ATP untuk setiap molekul glukosa



# b. Siklus TCA



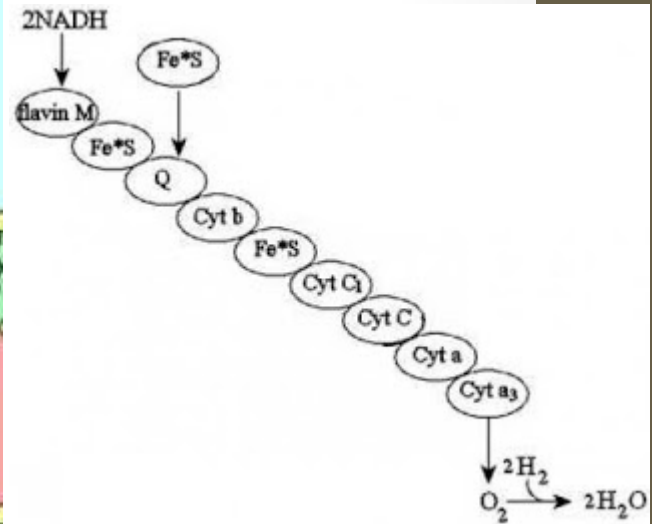
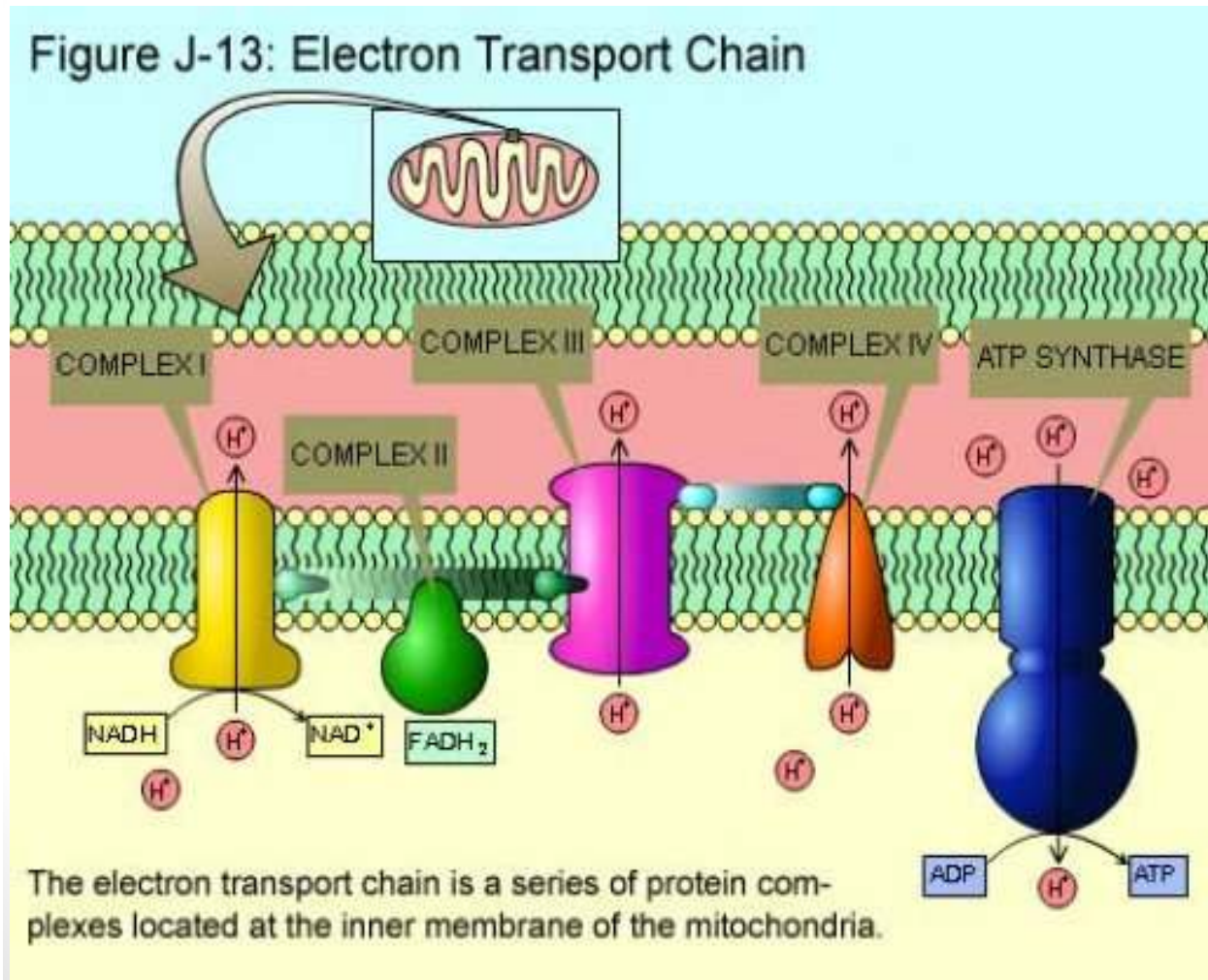
Hasil: satu molekul glukosa menghasilkan 2 ATP, 6 NADH, 2 FADH<sub>2</sub>, dan 4 CO<sub>2</sub>.

Siklus ini berlangsung dalam matriks mitokondria.

# Siklus TCA

- pembentukan asetil CoA dari piruvat yang setelah memasuki mitokondria.
- Asetil CoA dibentuk dengan
  - 1) melepas gugus karboksil piruvat sebagai CO<sub>2</sub>,
  - 2) fragmen berkarbon dua yang tersisa dioksidasi untuk membentuk senyawa asetat, dan
  - 3) senyawa mengandung sulfur turunan vitamin B, koenzim A, yang diikatkan pada asetat oleh ikatan yang tidak stabil sehingga sangat reaktif.

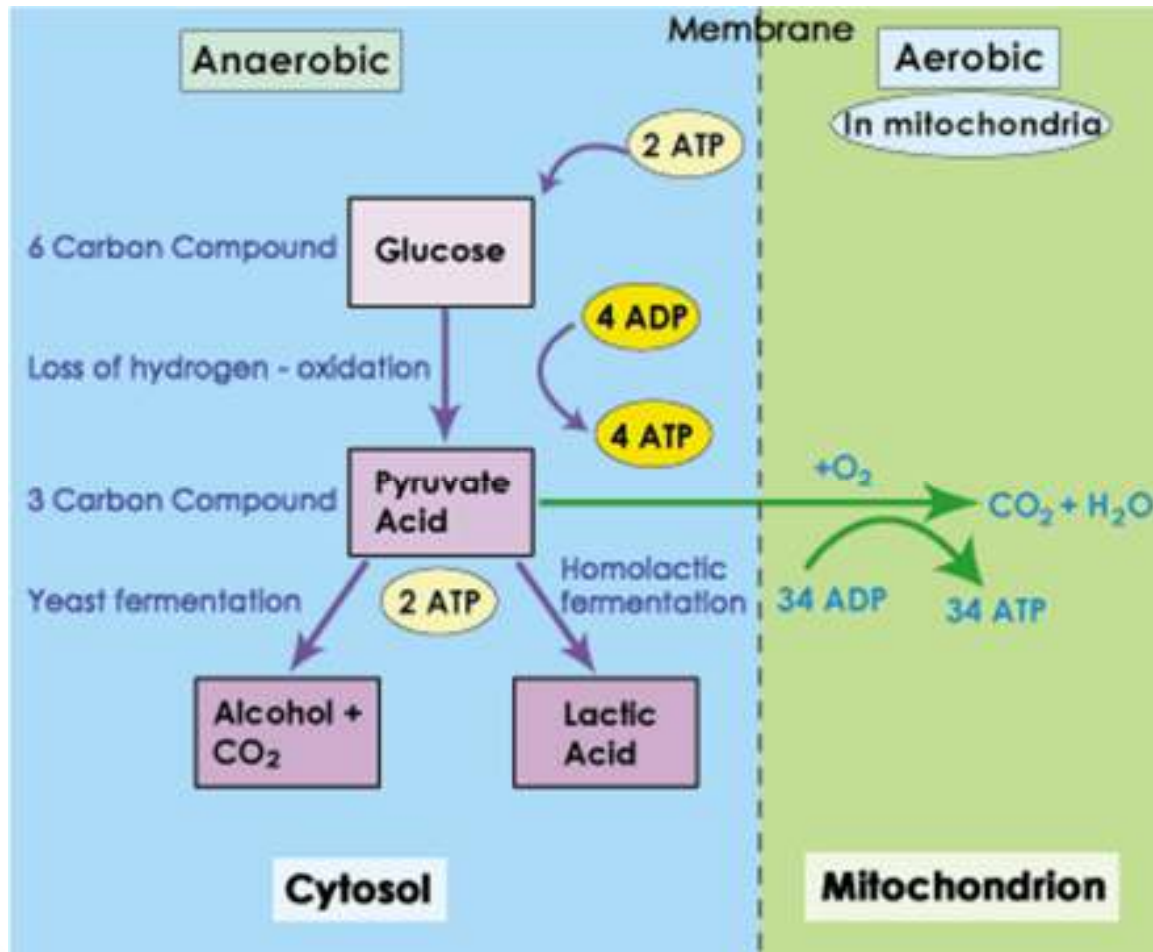
# c. Transport Elektron



Hasil: 34 ATP dengan nilai maksimum 38 ATP.

Transport elektron ini berlangsung di dalam membran dalam mitokondria.

## 2. RESPIRASI ANAEROB (anaerobic respiration)



- respirasi anaerob: aseptor elektronnya berupa senyawa anorganik lain selain oksigen
- contoh : pereduksi sulfat, aseptor elektronnya adalah sodium sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ; pereduksi metana, aseptor elektron terakhirnya adalah CO<sub>2</sub>

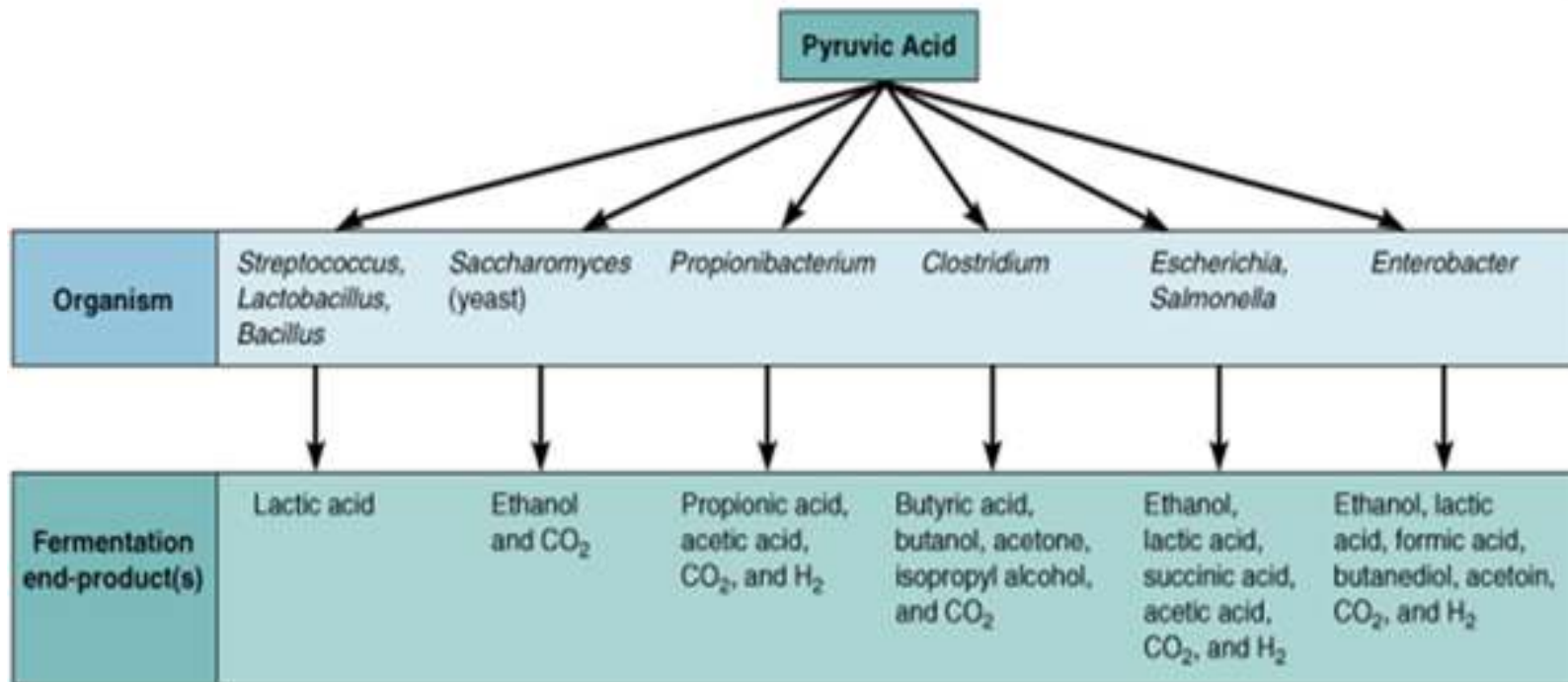
## Perbedaan antara respirasi aerob dan anaerob :

	Respirasi Aerobik	Respirasi Anaerobik
Oksigen dan Karbon Dioksida	karbon dioksida dilepaskan, Oksigen diserap	Karbon dioksida dilepaskan, Oksigen tidak diserap
Proses	Oksigen dan glukosa yang digunakan untuk menghasilkan molekul energi kecil - adenosin trifosfat (ATP)	ATP disintesis menggunakan rantai transpor elektron, dengan molekul anorganik selain oksigen.
Oksigen	Ya	Tidak
Tempat reaksi	Sitoplasma dan matriks mitokondria	Sitoplasma
Proses respirasi	Glikolisis, oksidasi piruvat, siklus Krebs, transfer elektron	Fermentasi, pernafasan intramolekul
Produksi ATP	38 mol ATP per 1 mol glukosa (menghasilkan energi lebih besar)	2 mol ATP per 1 mol glukosa (menghasilkan energi lebih sedikit)
Keberlanjutan	Tanpa batas	Jangka pendek
Produksi asam laktat	Tidak menghasilkan asam laktat	Menghasilkan asam laktat
Reaksi respirasi	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36 \text{ or } 38 \text{ ATP}$	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2 + 2 \text{ ATP}$

# 3. FERMENTASI (fermentation)

- Fermentasi adalah proses anaerobik di mana energi bisa dilepaskan dari glukosa meskipun oksigen tidak tersedia.
- Fermentasi terjadi dalam sel ragi (yeast), dan pembentukan fermentasi dapat terjadi pada bakteri dan sel-sel otot hewan
- Dalam sel ragi (yeast), glukosa dapat dimetabolisme melalui respirasi seluler seperti pada sel lainnya. Ketika keberadaan oksigen berkurang ataupun tanpa oksigen, glukosa masih dapat diubah menjadi asam piruvat melalui glikolisis.
- Dalam fermentasi sel ragi ini, asam piruvat dikonversi terlebih dahulu menjadi asetaldehida dan kemudian menjadi etil alkohol. Hasil akhir fermentasi ini bergantung pada jenis bakteri yang melakukan fermentasi.

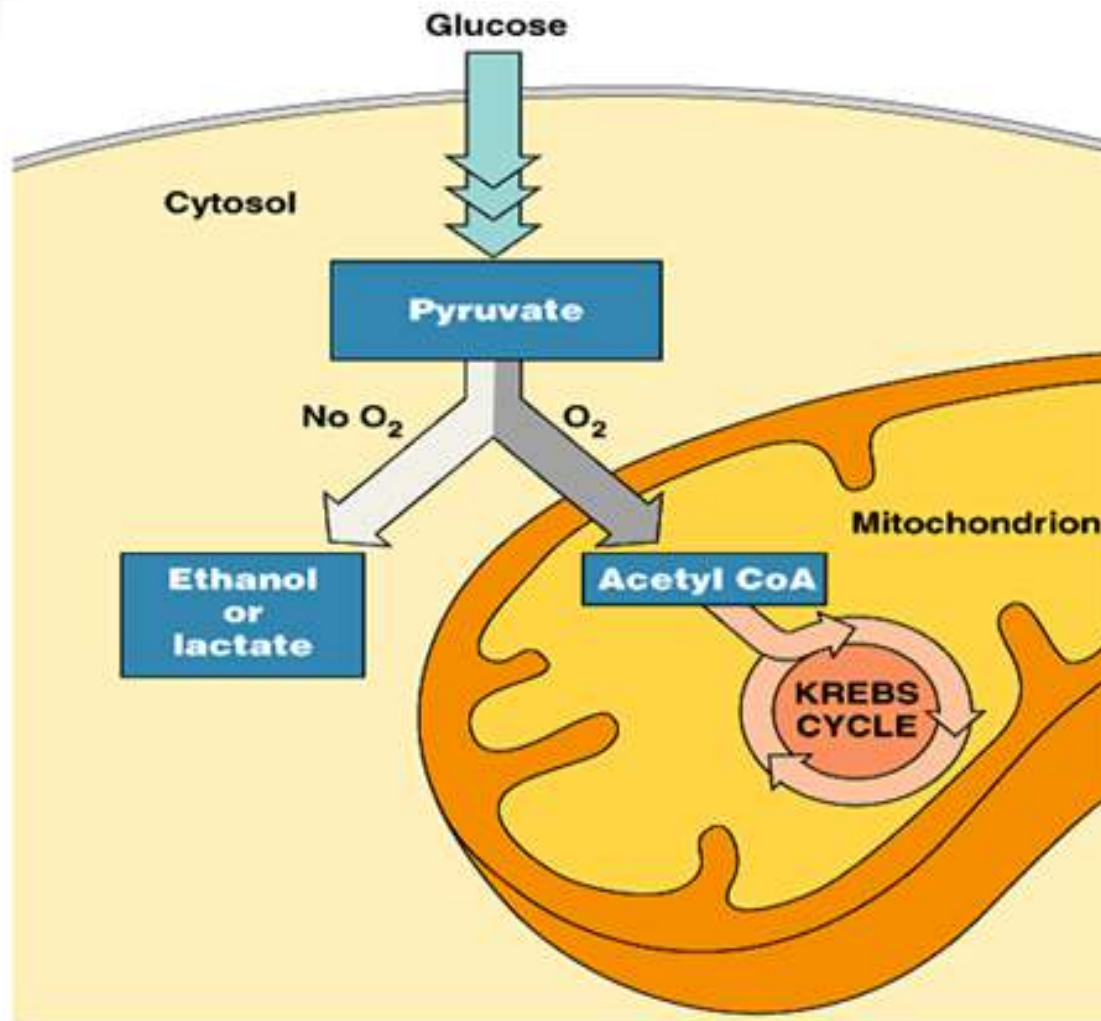
Berikut ini adalah jenis-jenis bakteri dan hasil fermentasinya



(b)

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

# 4. FAKULTATIF ANAEROB

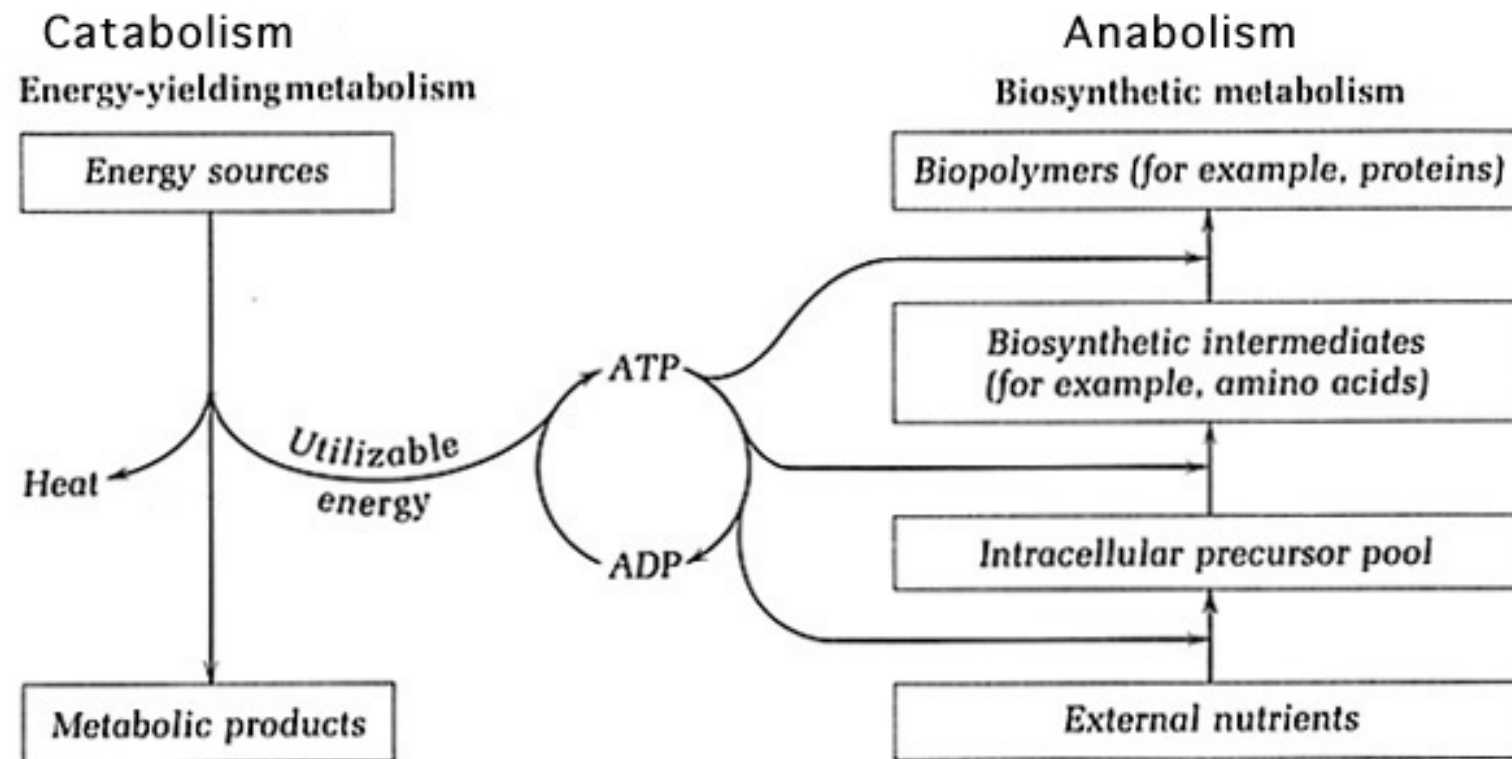


Copyright © 2002 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

- Beberapa organisme (fakultatif anaerob), termasuk yeast dan beberapa bakteri lainnya, dapat bertahan hidup menggunakan fermentasi ataupun respirasi.



# II. ANABOLISME



- anabolisme adalah reaksi kimia yang menyusun senyawa sederhana menjadi senyawa yang lebih kompleks.
- **Tahapan Anabolisme**
  - Produksi prekursor seperti asam amino, monosakarida, dan nukleotida.
  - Aktivasi senyawa-senyawa tersebut menjadi bentuk reaktif menggunakan energi dari ATP.
  - Penggabungan prekursor tersebut menjadi molekul kompleks, seperti protein, polisakarida, lemak dan asam nukleat.

- Anabolisme yang menggunakan energi **cahaya** dikenal dengan **fotosintesis**, sedangkan anabolisme yang menggunakan **energi kimia** dikenal dengan **kemosintesis**.
- Hasil-hasil anabolisme berguna dalam fungsi yang **esensial** (diperlukan).
  - glikogen dan protein sebagai bahan bakar dalam tubuh,
  - asam nukleat untuk pengkopian informasi genetik.
  - Protein, lipid, dan karbohidrat menyusun struktur tubuh makhluk hidup, baik intraselular maupun ekstraselular. (**Bila sintesis bahan-bahan ini lebih cepat dari perombakannya, maka organisme akan tumbuh**)

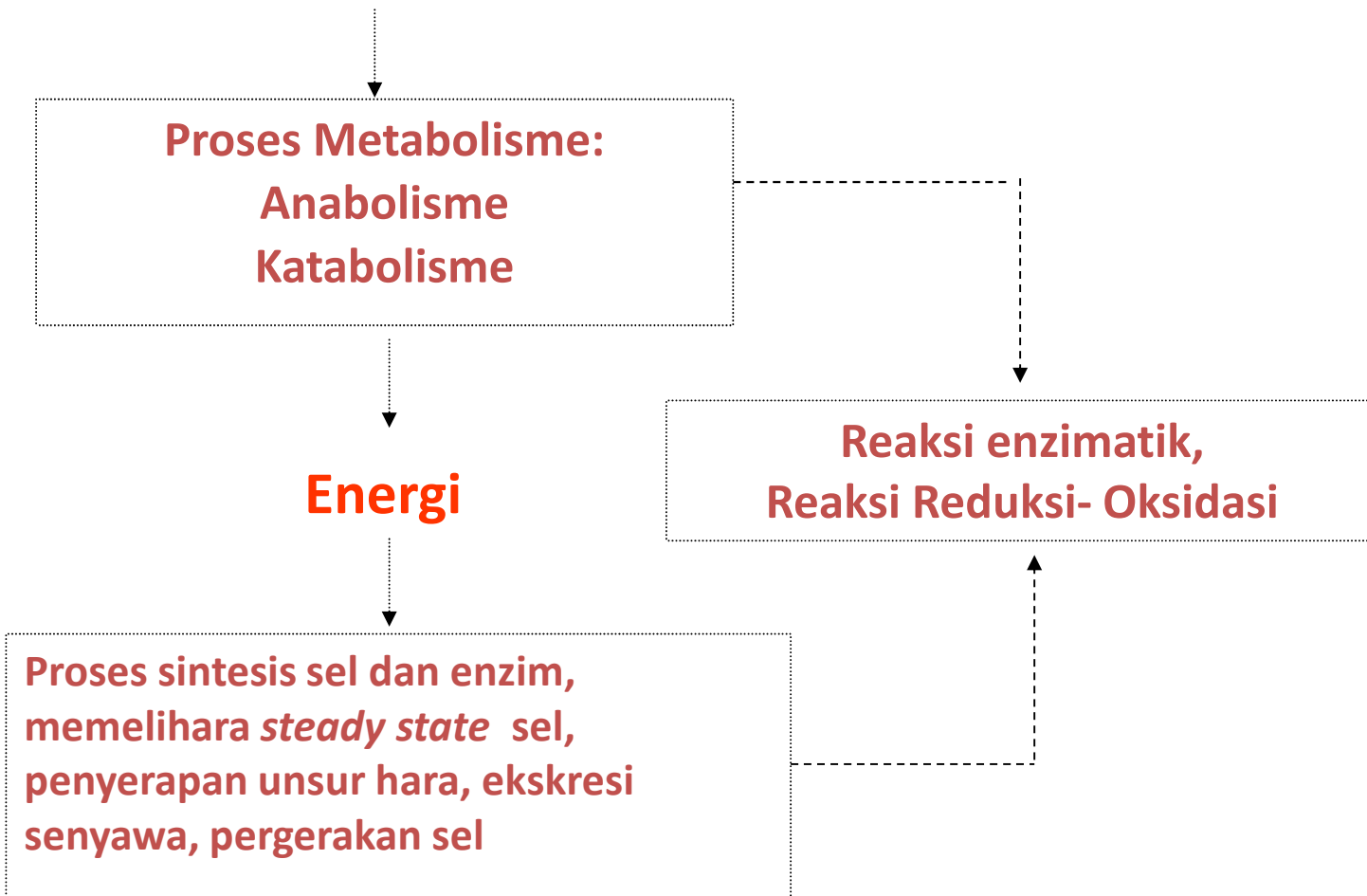
I

# **METABOLISME MIKROBA I**

# PETA KONSEP

---

**Karbohidrat, Lemak, Protein**



## **DEFINISI METABOLISME**

**Semua proses kimiawi yang dilakukan oleh organisme atau semua reaksi yang melibatkan transformasi energi kimia di dalam makhluk hidup**

- Definisi Metabolisme, Katabolisme dan Anabolisme**
- Metabolisme sebagai proses produksi energi untuk kehidupan sel**
- Senyawa pembawa energi, ATP dan ADP**

**Anabolisme:** Pembentukan senyawa yang memerlukan energi  
(Reaksi endergonik):

**FOTOSINTESIS: MEMBENTUK  $C_6H_{12}O_5$  DARI  $CO_2$  DAN  $H_2O$**

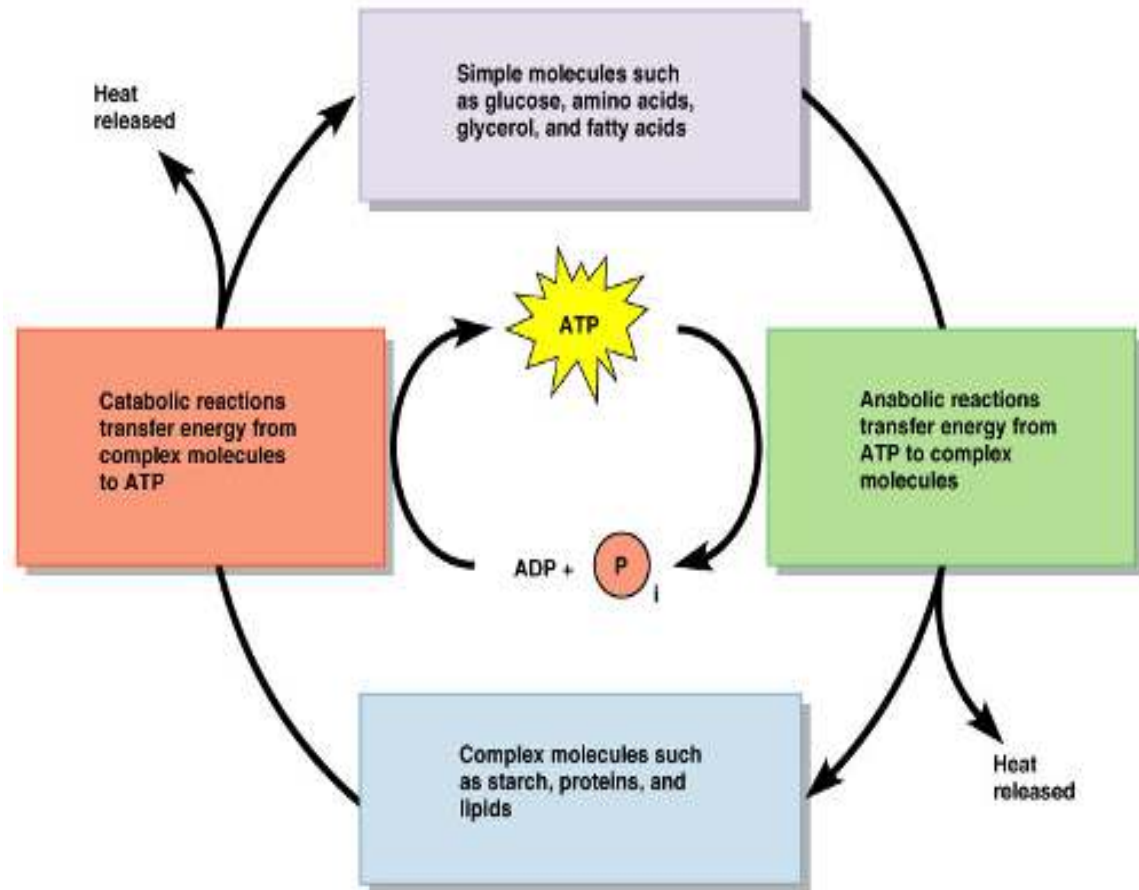
**Katabolisme:**

Penguraian senyawa yang menghasilkan energi (Reaksi  
eksergonik):

**RESPIRASI MENGURAIKAN KARBOHIDRAT MENJADI ASAM  
PIRUVAT DAN ENERGI**

## MENGAPA MIKROBA MEMERLUKAN ENERGI ?

- **Synthesa bagian sel (dinding sel, membran sel, dan substansi sel lainnya)**
- **Synthesis Enzim, Asam Nukleat, Polysakarida, Phospholipids, atau komponen sel lainnya**
- **Mempertahankan kondisi sel (optimal) dan memperbaiki bagian sel yang rusak**
- **Pertumbuhan dan Perbanyakan**
- **Penyerapan hara dan ekskresi senyawa yang tidak diperlukan atau waste products**
- **Pergerakan (Motilitas)**





## ENERGI KIMIA

**Komponen kimia berenergi tinggi:**

**Adenosin Diphosphate (ADP) dan Adenosine Triphosphate (ATP)**  
yang dibentuk dari Adenosine Monophosphate

**ADP adalah AMP ~ P dan ATP adalah AMP ~ P~ P**

Energi kimia juga dapat disimpan dalam komponen dengan ikatan thioester seperti Acetyl-S-Coenzym A (Acetyl SCoA)

**REAKSI BOKIMIA DIKATALIS OLEH ENZIM:**

**Berperan penting dalam setiap reaksi metabolisme**

# ENZIM

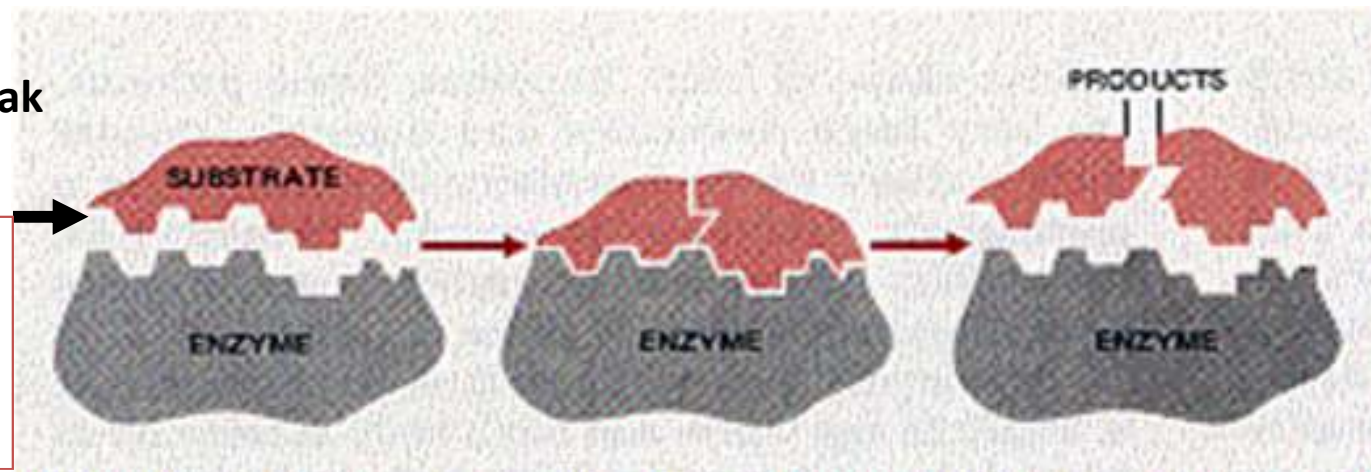
- **Karakteristik enzim**
- **Faktor yang mempengaruhi kerja enzim**
- **Pengaturan sistem enzim**
- **Penamaan enzim**

## DEFINISI DAN KARAKTERISTIK KERJA ENZIM

Protein dengan aktivitas katalitik yang mempercepat reaksi kimia tanpa ikut dalam reaksi tersebut

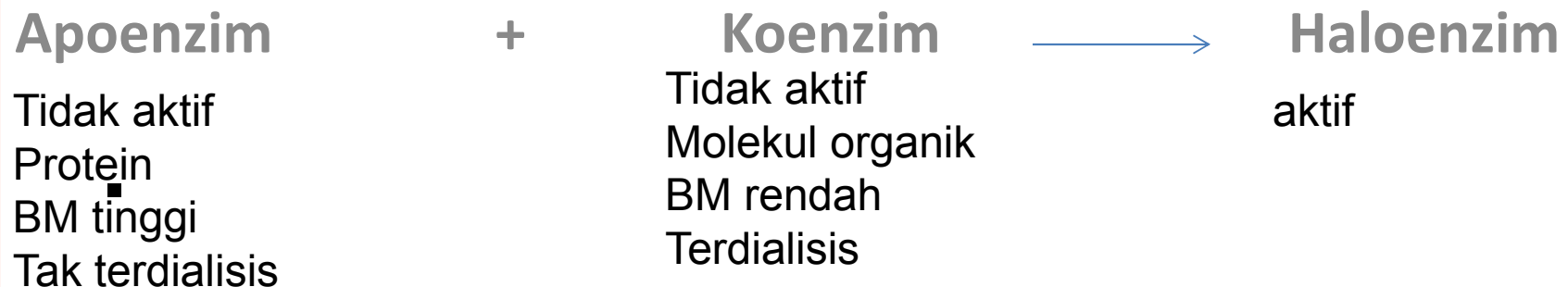
Teori Kunci-Anak kunci

Ukuran molekul enzim > substrat



## SIFAT FISIK DAN KIMIA ENZIM

- Enzim dapat berupa protein murni atau gabungan antara protein dengan gugus kimiawi lainnya.
- Sifat enzim:
  - Terdenaturasi oleh panas
  - Terpresipitasi (diendapkan) oleh etanol atau garam2 anorganik
  - Tidak dapat melewati membran selektif permiabel (tidak terdialisis))
  - Protein enzim merupakan molekul yang besarr(BM 10.000 – 1 juta)
- Banyak enzim yg terdiri dr protein yg tergabung dengan molekul organik BM rendah (Koenzim)
- Bagian proteinnnya disebut Apoenzim
- Bila Koenzim dan Apoenzim bergabung disebut: Haloenzim



## SIFAT FISIK DAN KIMIA ENZIM

- Ada enzim yang mengandung komponen kimia lain selain protein. Komponen ini disebut **kofaktor, suatu komponen yang bukan protein**

- Kofaktor berupa :

**Molekul anorganik** seperti  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  atau **molekul organik kecil** yang disebut **koenzim** misalnya vitamin B, B1, dan B2

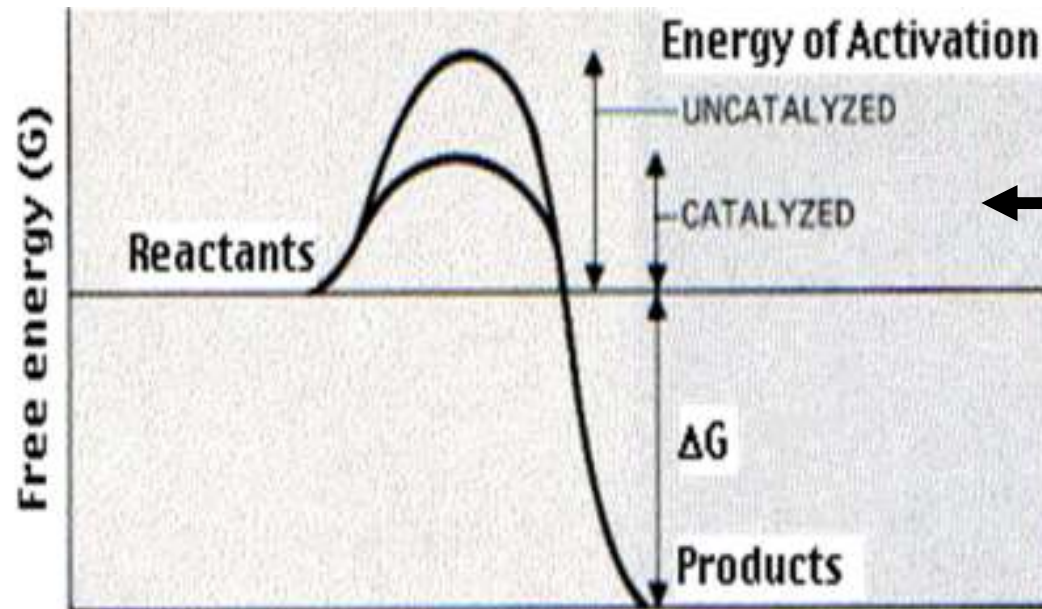
- Koenzim yang terikat kuat secara kovalen pada protein enzim disebut **gugus prostetik**.

- Enzim yang strukturnya sempurna dan aktif mengkatalisis, bersama-sama koenzim atau gugus logamnya disebut **holoenzim**.

# Jenis Enzim

- Ada 2 jenis enzim:
  - **Enzim Ekstraseluler (Eksoenzim):** berfungsi di luar sel
    - Fungsi: melangsungkan perubahan pada nutrisi di lingkungan sehingga memungkinkan nutrisi tersebut memasuki sel.
    - Misalnya: amilase menguraikan pati menjadi unit2 gula yg lebih kecil
  - **Enzim Intraseluler (Endoenzim):** berfungsi di dalam sel
    - Fungsi: mensintesis bahan seluler & menguraikan nutrisi untuk energi didalam sel
    - Misalnya: heksokinase mengkatalisis fosforilasi glukosa dan heksosa (senyawa gula sederhana dalam sel)

## KARAKTERISTIK KERJA ENZIM



Penurunan energi aktivasi

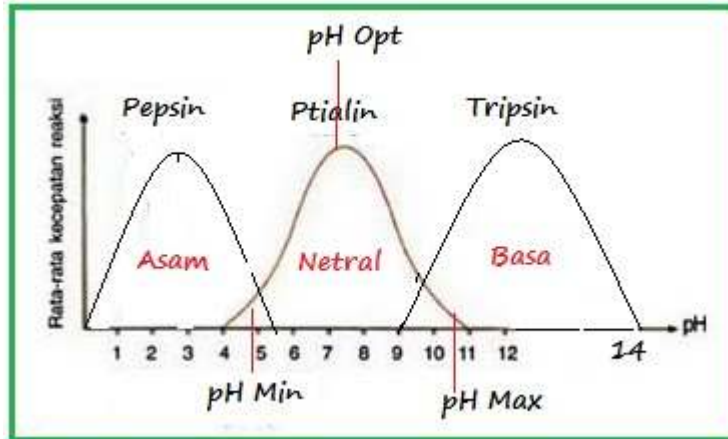
Reaksi dipercepat pada suhu alami

**TAHUKAH ANDA....?**

**Menurut perhitungan, penguraian protein dalam proses pencernaan manusia akan memakan waktu lebih dari 50 tahun jika tidak di bantu oleh kerja enzim...**

# FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KERJA ENZIM

pH



suhu

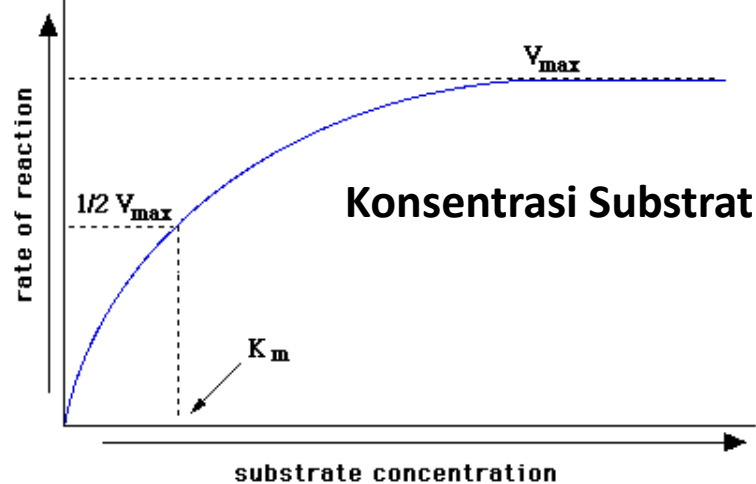
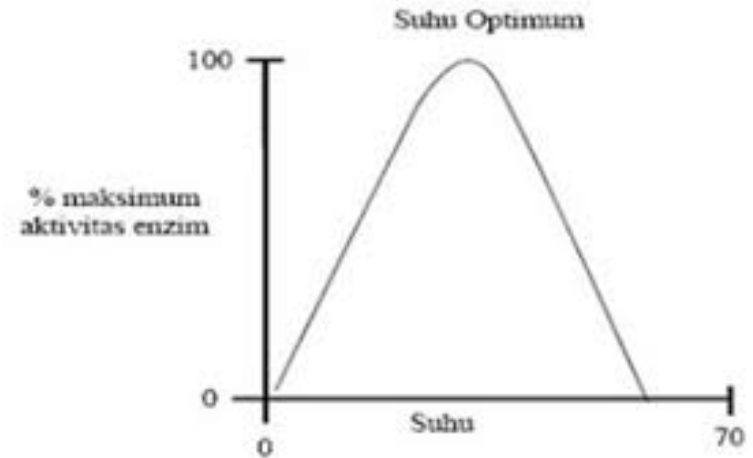
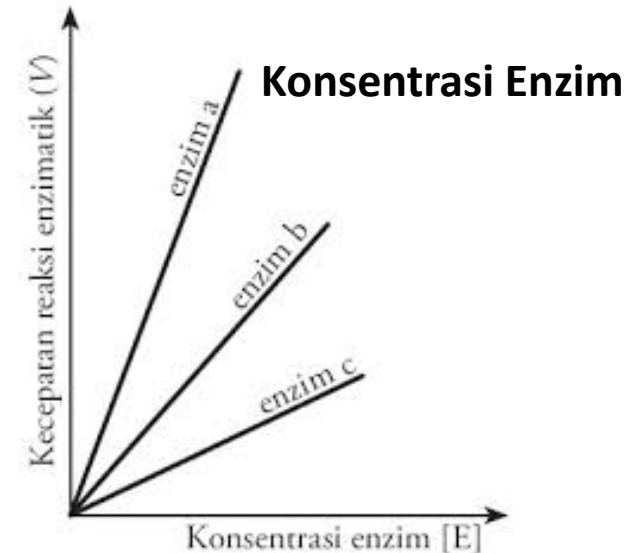


Fig.3 The effect of increases in substrate concentration on the rate of an enzyme-catalyzed reaction. At saturation (horizontal dashed line), further increases in substrate concentration do not increase the rate of the reaction.

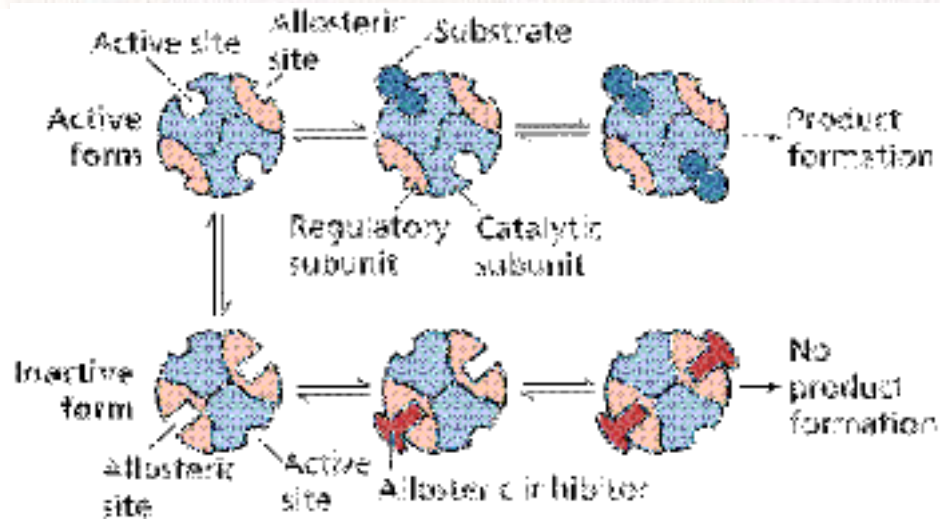
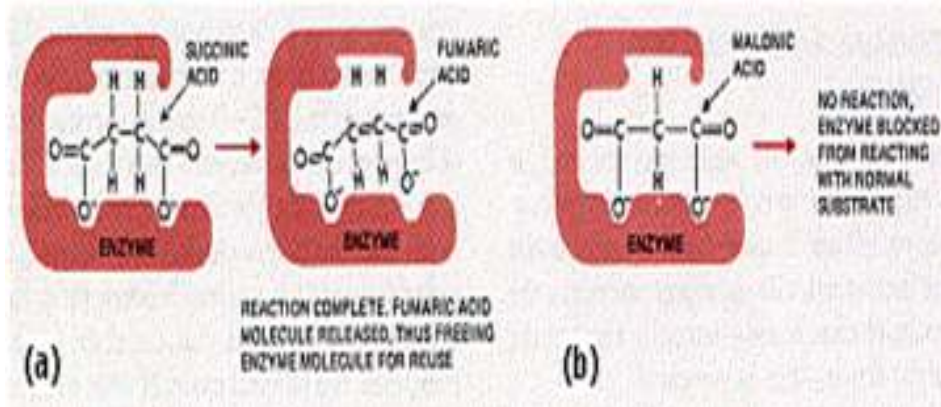




# PENGHAMBATAN KERJA ENZIM

Hambatan Enzim : Reversibel (dapat balik) dan Non reversibel (tidak dapat balik)

Hambatan Reversibel:

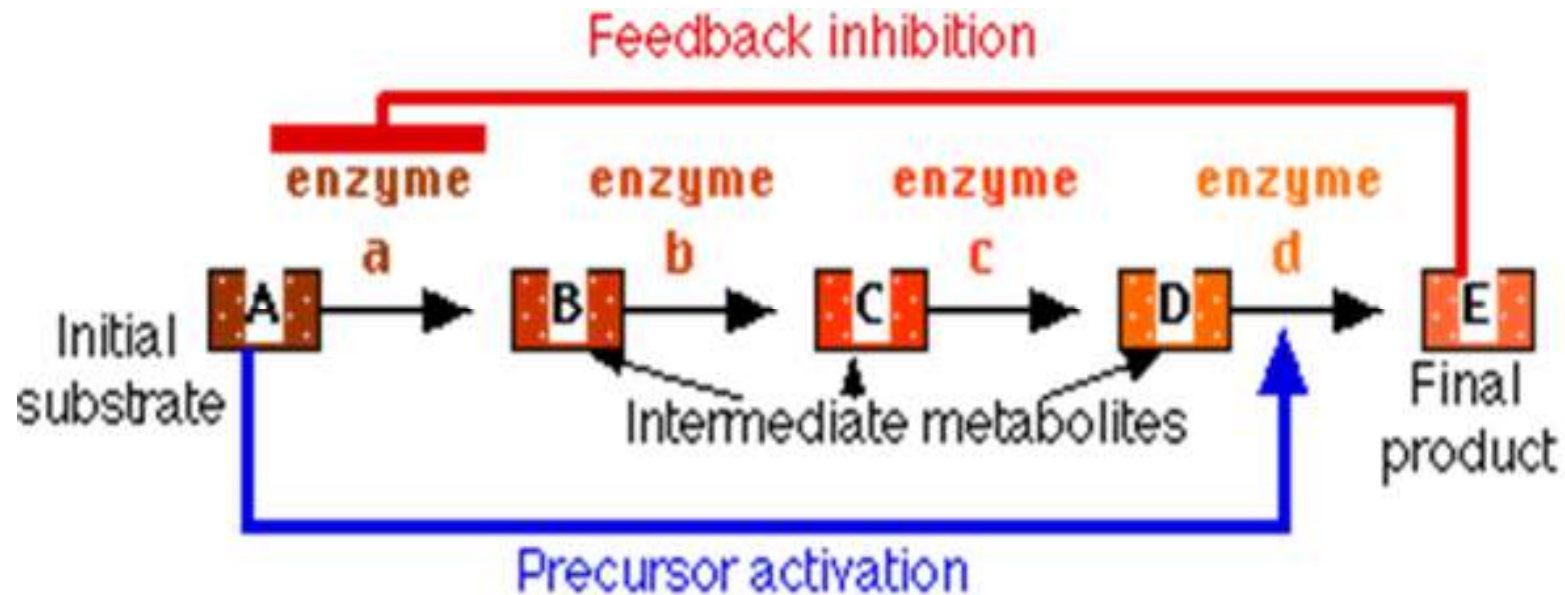


**1. Penghambat kompetitif** (*competitive inhibitor*): molekul inhibitor berkompetisi dengan substrat untuk menempati sisi aktif enzim.

**2. Penghambat non kompetitif** (*allosteric inhibition*) Molekul penghambat bergabung dengan enzim di luar sisi aktif, menyebabkan konformasi enzim berubah

## Penghambatan umpan balik (*Feedback Inhibition*)

Penumpukan produk akhir menghambat kerja enzim pertama dalam rangkaian reaksi tersebut sehingga produksi enzim selanjutnya ditunda



## PENAMAAN ENZIM

- **Oxidoreductases (EC1)**
- **Transferases (EC2)**
- **Hydrolases (EC3)**
- **Lyases (EC4)**
- **Isomerases (EC5)**
- **Ligases (EC6)**

EC1 sd EC6: subclass dalam penamaan enzim (*enzyme nomenclature*)

## **TIPE METABOLISME MIKROBA**

- **Heterotrof**
- **Ototrof**
- **Fotosintesis**

<b>Metabolisme</b>	<b>Sumber C</b>	<b>Sumber N</b>	<b>Sumber energi</b>	<b>Sumber H<sup>+</sup></b>
Heterotrof/ Kemoorganotrof	Organik	Organik Atau anorganik	Oksidasi senyawa organik	-
Ototrof/ kemolitotrof	CO <sub>2</sub>	anorganik	Oksidasi Senyawa anorganik	-
Fotosintesis Fotolitotrof Bakteri Sianobakteri Fotoorganotrof Bakteri	CO <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> CO <sub>2</sub>	Anorganik Anorganik Anorganik	Cahaya matahari Cahaya matahari Cahaya matahari	H <sub>2</sub> S atau H <sub>2</sub> Fotolisis H <sub>2</sub> O Bahan organik

## METABOLISME HETEROTROF

- Jamur dan bakteri tertentu
- mendapatkan energi dari oksidasi senyawa organik.
- Senyawa organik mengandung karbon dan nitrogen yang digunakan secara aerob atau anaerob untuk menghasilkan tenaga pereduksi seperti nicotinamide adenine dinucleotide tereduksi ( $\text{NADH} + \text{H}^+$ ), dan energi (ATP)

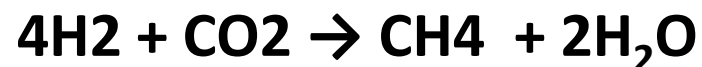
## Respirasi (Oksidasi) aerob vs anaerob

- **Respirasi aerob:** Katabolisme bahan organik dengan akseptor elektron terminal berupa  $O_2$ ; dan donor elektron berupa bahan organik, misalnya katabolisme gula



Efisiensi respirasi aerob 55 %

- **Respirasi anaerob:** Katabolisme dengan akseptor elektron terminal berupa  $NO_3$ ,  $SO_4$ , senyawa organik fumarate, dan  $CO_2$ ; dan donor elektron berupa bahan organik, misalnya, bakteri metanogen



## **METABOLISME OTOTROF (kemotrof, kemoototrof, kemolitotrof)**

- Bakteri yang tumbuh lambat dengan keberadaan senyawa anorganik (ion mineral) tanpa menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi
- Sumber karbon:  $\text{CO}_2$
- Sumber N:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$ , atau  $\text{N}_2$



## Bakteri Ototrof

Tipe kemosintetis	Oksidasi senyawa anorganik sebagai sumber energi	Famili, Genus, spesies perwakilan
Pengoksidasi $\text{NH}_3$ (aerob)	$\text{NH}_3$ dioksidasi menjadi $\text{NO}_2$	Nitrobacteriaceae ( <i>Nitrosomonas</i> , <i>Nitrosococcus</i> , <i>Nitrospira</i> )
Pengoksidasi $\text{NO}_2$ (aerob)	$\text{NO}_2$ dioksidasi menjadi $\text{NO}_3$	Nitrobacteriaceae ( <i>Nitrobacter</i> , <i>Nitrococcus</i> )
Pengoksidasi sulfur (aerob) dan besi (aerob)	$\text{S}_2$ dioksidasi menjadi $\text{SO}_4$ , dan $\text{Fe}^{2+}$ dioksidasi menjadi $\text{Fe}^{3+}$ .	<i>Thiobacillus thiooxidans</i> <i>Thiobacillus ferrooxidans</i> <i>Ferrobacillus</i> , <i>Leptothrix</i>
Pengoksidasi senyawa sulfur dan pereduksi $\text{NO}_3$ (denitrifikasi)	$\text{S}_2\text{O}_3$ dioksidasi, $\text{NO}_3$ direduksi	<i>Thiobacillus denitrificans</i>

## METABOLISME FOTOSINTESIS (Fotoototrof, Fotoorganotrof)

- Mikroba prokaryotik: bakteri dan sianobakteri (*cyanobacteria*)
- Memerlukan sinar matahari (foton) dan pigmen
- Fototrof: membuat gula di dalam sel untuk respirasi/energi
- Heterotrof: mengambil gula di luar sel untuk respirasi/energi

## Fotosintesis Anoksigenik: Tidak Menghasilkan O<sub>2</sub>

Fotosintesis bakteri ungu non belerang



Fotosintesis bakteri hijau belerang



## Fotosintesis Oksigenik: Menghasilkan O<sub>2</sub>

Fotosintesis Sianobakteri



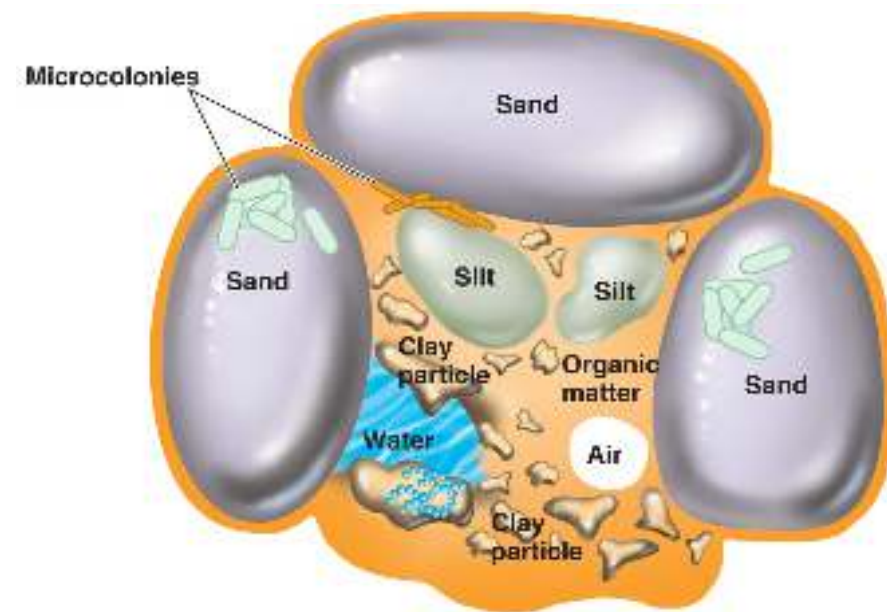
# PERANAN MIKROBA DALAM KESUBURAN TANAH

Tim Mikrobiologi Pertanian 217



Michael T. Madigan

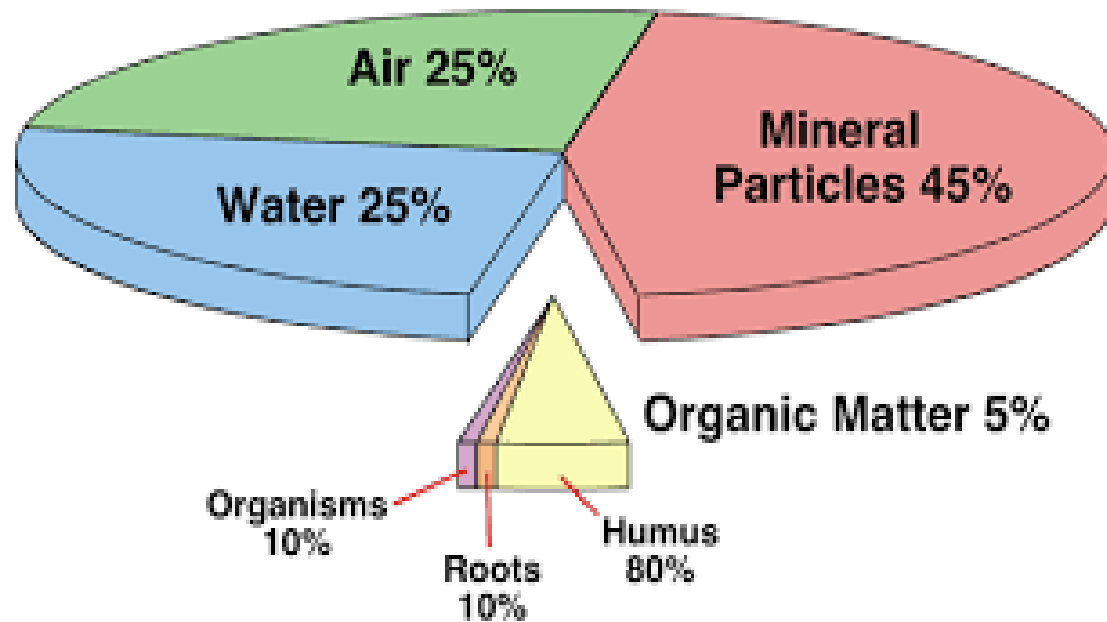
(b)

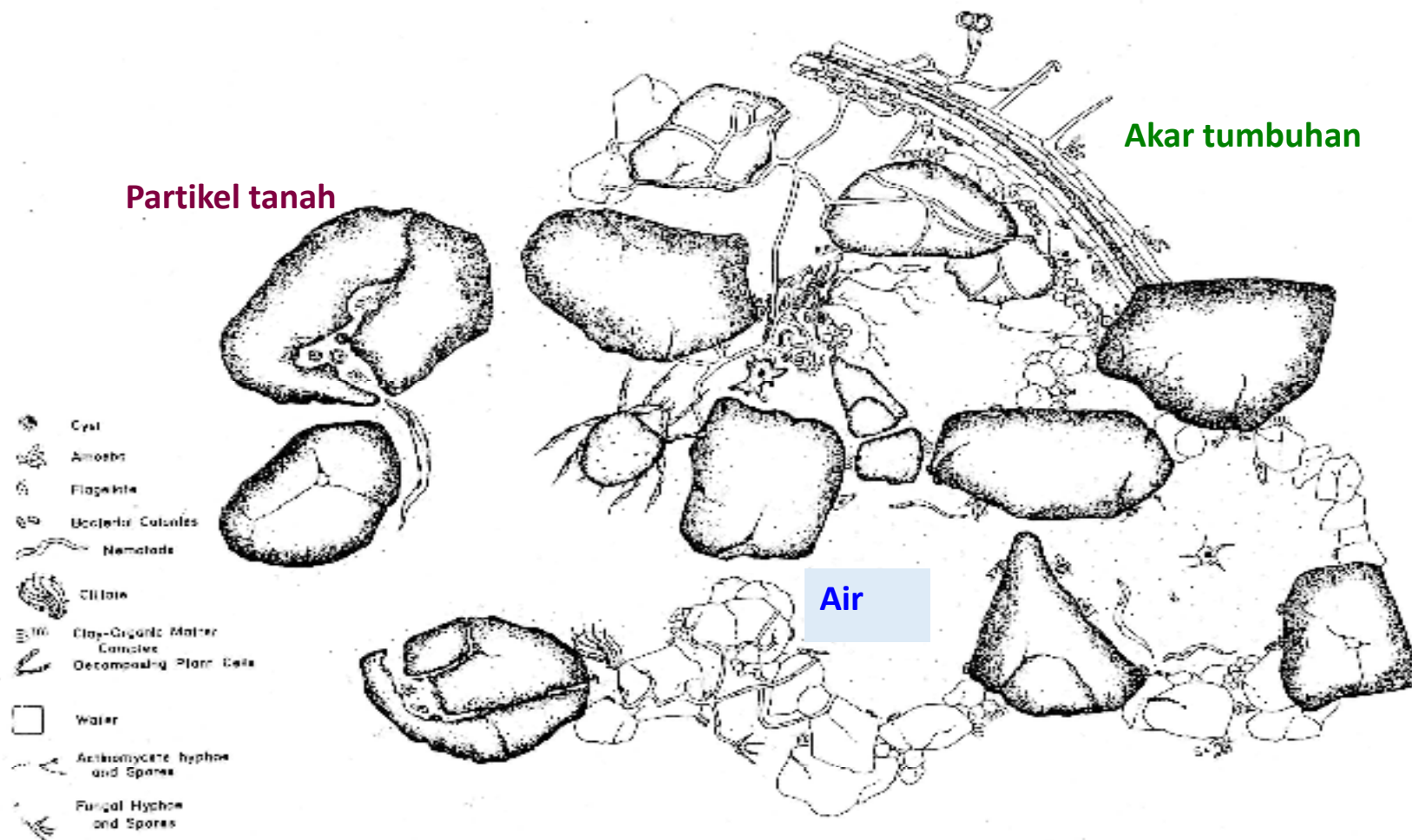


# A. Tanah sebagai Habitat Mikroorganismen

Bila suatu tanah dianalisis merupakan campuran yang terdiri dari bahan organik, bahan anorganik, air, udara yang kesemuanya tercampur menjadi satu dalam keadaan yang sedemikian sempurnanya sehingga bahan-bahan penyusun itu sukar dipisahkan antara satu dengan yang lainnya

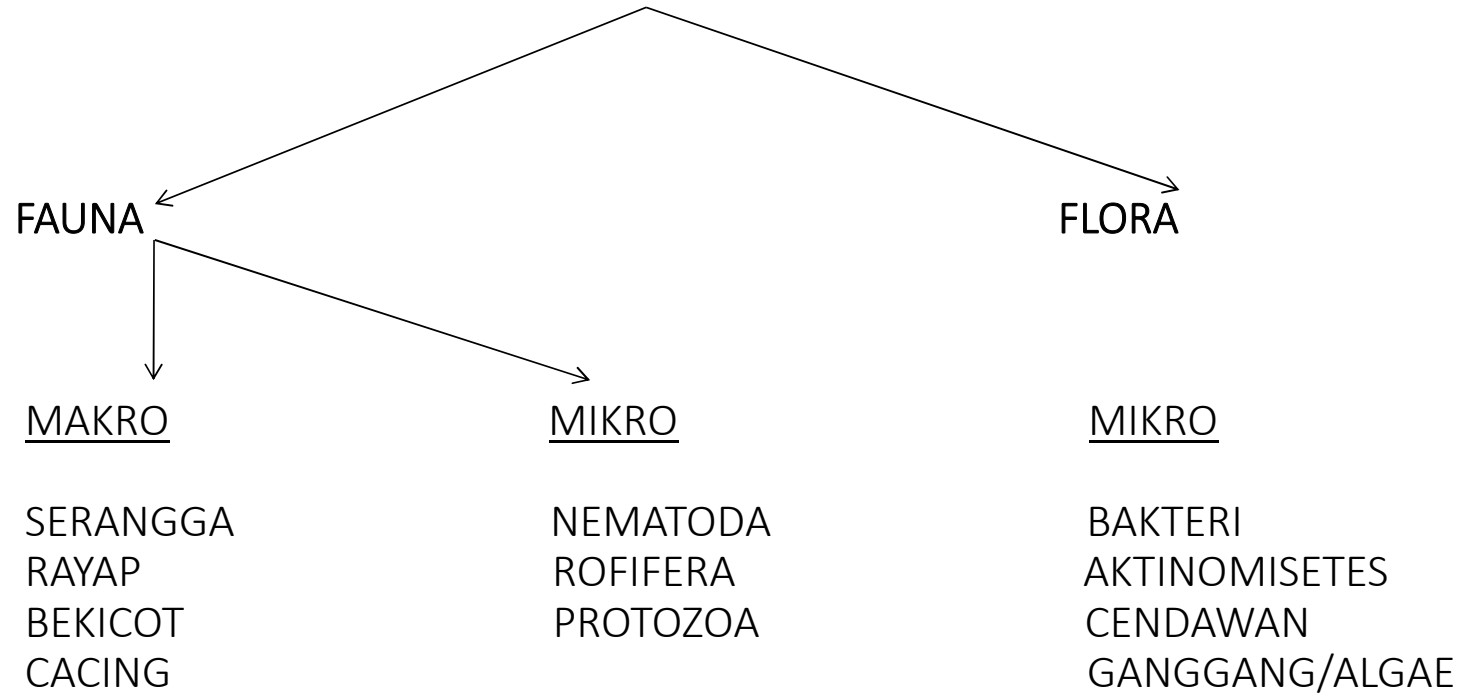
## Komposisi Tanah





**Figure 5.2.** Trophic relationships among different groups of soil organisms are controlled by accessibility to their resources. This illustration represents approximately 1 cm<sup>2</sup> of a highly structured microzone in the surface horizon of a grassland soil. (Courtesy of S. Rose and T. Elliott, personal communication.)

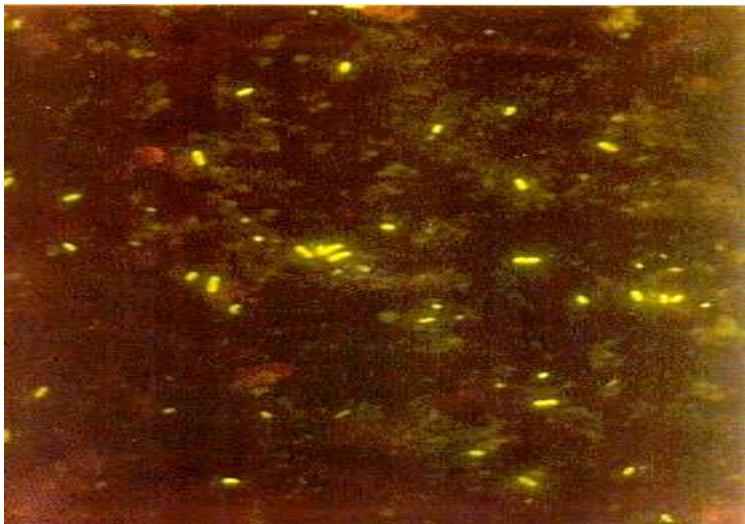
# ORGANISME TANAH



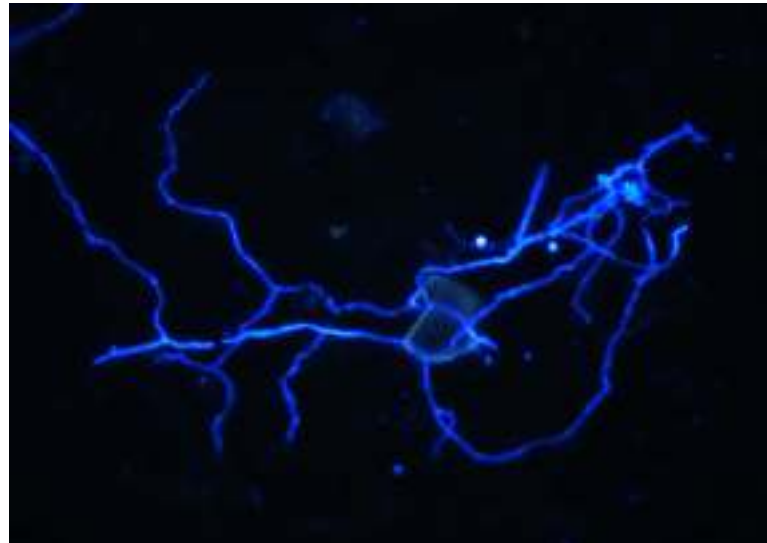
# Microflora

- heterotrophs (bacteria, fungi) & autotrophs (algae, cyanobacteria)
- the primary decomposers
- release plant available nutrients
- stabilize soil aggregates

Soil bacteria



Soil fungi





# Microfauna

- heterotrophs; some parasitic
- feed on bacteria and fungi
- release plant nutrients –  
protozoa KEY for N

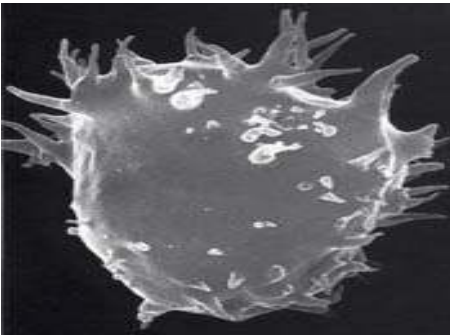
Flagellate



Ciliate



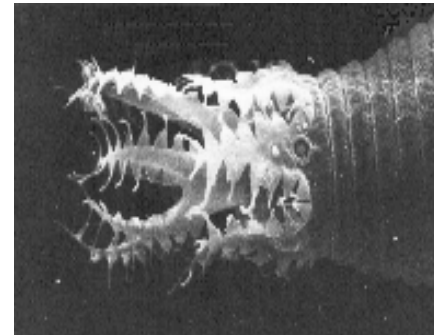
Amoebae

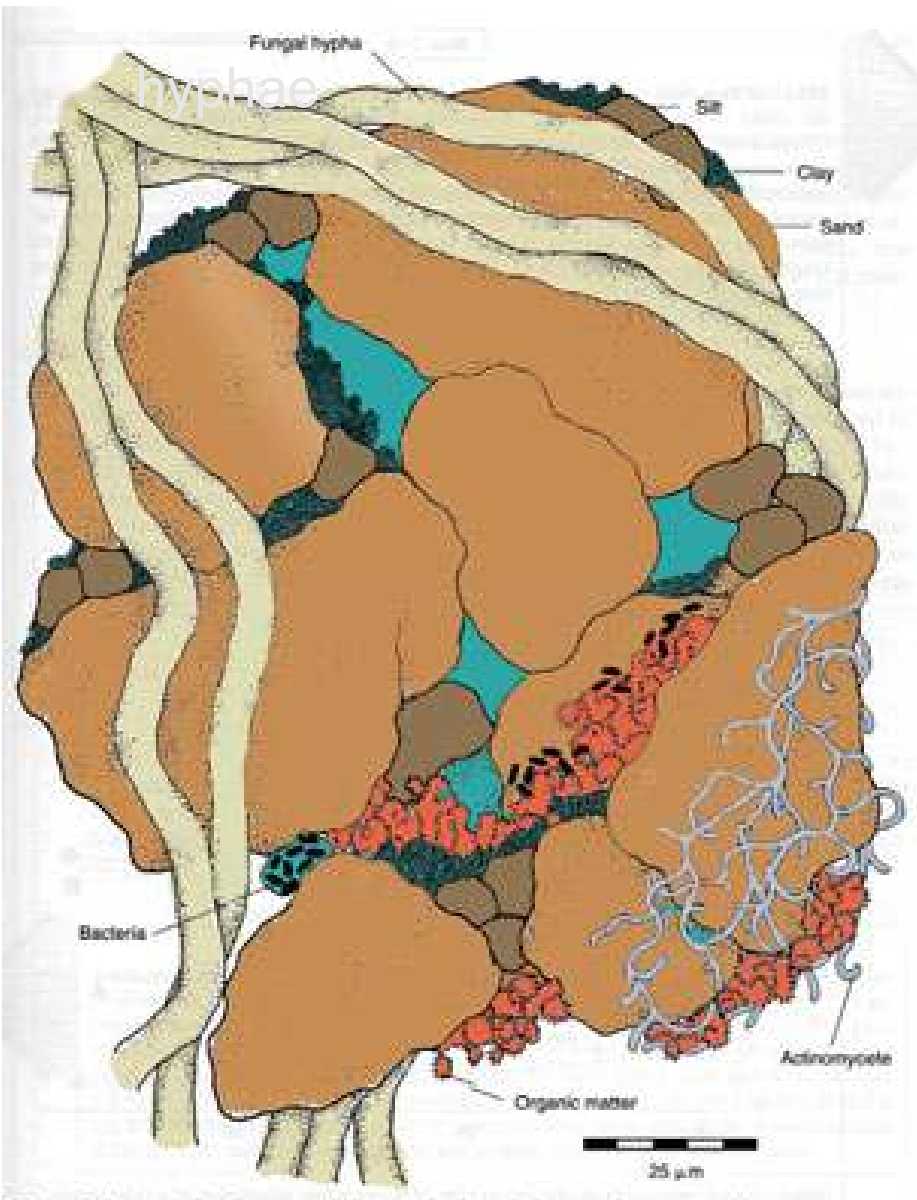


Nematode



Nematode



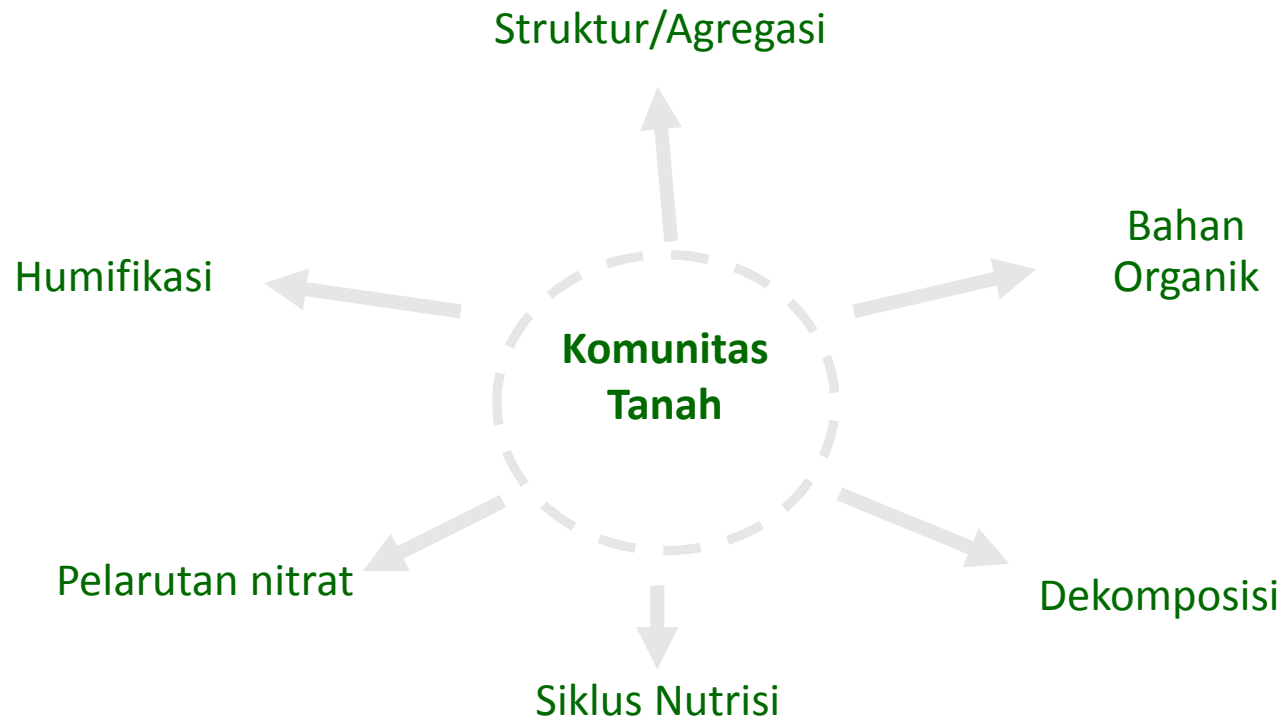


**Agregat** diikat menjadi satu  
oleh:  
hifa jamur  
Bakteri "perekat"  
bahan organik

## Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi keberadaan mikroba di dalam tanah:

- \*tekstur tanah
- \*air
- \*tekanan osmotik
- \*The Redox potensial
- \*pH tanah
- \*Suhu
- \*Oksidasi
- \*Kandungan nutrisi
- \*senyawa beracun
- \*Cahaya

organisme tanah terlibat dalam hampir setiap aspek kualitas tanah

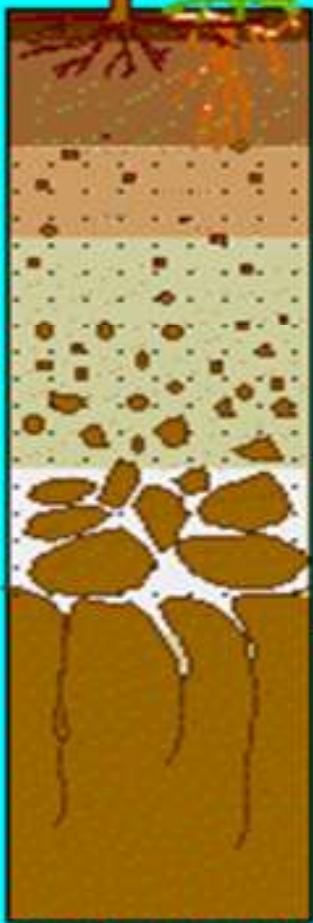


## B. Distribusi Mikroorganisme di Tanah

Distribusi mikroorganisme dalam tanah bervariasi karena sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kelangsungan hidup mikroorganisme dalam tanah, tetapi kebanyakan mikroorganisme terbatas pada **lapisan atas tanah**



# Soil Layers



O Horizon (humus)

A Horizon (topsoil)

E Horizon (eluviation layer)

B Horizon (subsoil)

C Horizon (regolith)

R Horizon (bedrock)

©EnchantedLearning.com

## Distribusi mikroorganismen pada 15 cm bagian atas tanah

	Number of organisms per gram	Biomass (g m <sup>-2</sup> )
Bacteria	$9.8 \times 10^7$	160
Actinomycetes	$2.0 \times 10^6$	160
Fungi	$1.2 \times 10^5$	200
Algae	$2.5 \times 10^4$	32
Protozoa	$3.0 \times 10^4$	38
Nematodes	1.5	12
Earthworms	0.001	80

## Distribusi mikroorganismen pada berbagai lapisan tanah

Horizon	Humus (%)	Depth (cm)	Organisms per gram of soil $\times 10^3$				
			Aerobic bacteria	Actinomycetes	Anaerobic bacteria	Fungi	Algae
A <sub>1</sub>	3.00	3-8	7800	2080	1950	119	25
A <sub>2</sub>	1.28	20-25	1804	245	379	50	5
A <sub>2</sub> -B <sub>1</sub>	0.91	35-40	472	49	98	14	0.5
B <sub>1</sub>	0.37	65-75	10	0.5	1	6	0.1
B <sub>2</sub>	0.41	135-145	1	—	0.4	3	—



## C. PERANAN MIKROORGANISME DI TANAH

### 1. Peranan Bakteri:

- Dekomposisi bahan organik (BO)
- Fiksasi N non-simbiotik (Azotobacter, Clostridium, Bacillus)
- Fiksasi N simbiotik (Rhizobium)
- Nitrifikasi (Nitrosomonas, Nitrobakter)
- Oksidasi Sulfur (Thiobacillus)
- Patogen tanaman (Pseudomonas-→ penyakit busuk akar)

## 2. Peranan Jamur:

- Dekomposer bahan organik
- Makanan bagi bakteri
- Beberapa Zygomycota dan Deuteromycota sebagai predasi dan mempertahankan keseimbangan biologi di tanah
- Berkontribusi dalam membentuk struktur tanah
- Beberapa seperti *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Verticillium* sebagai patogen pada tanaman termasuk layu, busuk akar, damping off (rebah kecambah)
- Sejumlah jamur membentuk hubungan simbiotik mutualisme dengan akar tanaman tingkat tinggi, dan membantu mobilisasi pospor dan nitrogen contoh : *Glomus*, *Gigaspora*, *Aculopora* (Endomikoriza) dan *Amanita*, *Boletus*, *Entoloma*, *Lactarius* (Ektomikoriza)

### 3. Peranan Alga/Ganggang:

- Melalui proses fotosintesa melepaskan oksigen di tanah
- Membantu dalam meningkatkan kapasitas menahan air dalam tanah
- Membantu dalam pembentukan struktur tanah
- Menambah bahan organik di tanah (mati)
- Beberapa dapat memfiksasi nitrogen udara (*Nostoc*, *Anabaena*, *Scytonema*, and *Tylopothrix*).

## 4. Peranan Actinomycetes:

- **Dekomposer** untuk semua jenis bahan organik
- **Patogen:** beberapa species Actinomycetes seperti *Streptomyces scabies* menyebabkan penyakit kudis (scab) pada kentang
- **Menghasilkan antibiotik:** banyak genus dan strains menghasilkan sejumlah antibiotik seperti Terramycin, Streptomycin, dan Aureomycin yang dapat **mengendalikan patogen.**

## **5. Peranan protozoa:**

- Berperan utama dalam mempertahankan keseimbangan mikroba/ bakteri dalam tanah
- Sebagai agen biokontrol; beberapa protozoa akhir-akhir ini digunakan sebagai agen biokontrol patogen tumbuhan

## **D. Interaksi Mikroorganisme Tanah**

Berbagai interaksi antara anggota populasi tanah telah dikenal yaitu:

**1. Simbiosis mutualisme**

**2. Parasitisme**

**3. Antagonisme**

**4. Predation**

**5. Kommensalisme: (+,0)**

Asosiasi  
Mikroorganisme

Simbiotik

Non Simbiotik

Organisme yang hidup membutuhkan  
organisme lain

Organisme yang hidup  
bebas

**Mutualisme**

Obligat,  
tergantung pada  
organisme lain;  
saling  
menguntungkan.

**Komensalisme**

Organisme yang  
komensal  
beruntung;  
yang lain tidak  
dirugikan.

**Parasitisme**

Parasit tergantung  
pada inangnya;  
inangnya  
dirugikan.

**Synergisme**

Beberapa  
spesies  
bekerjasama  
dan saling  
berbagi  
nutrisi.

**Antagonisme**

Beberapa  
spesies yang  
menghambat  
atau merusak  
spesies lain

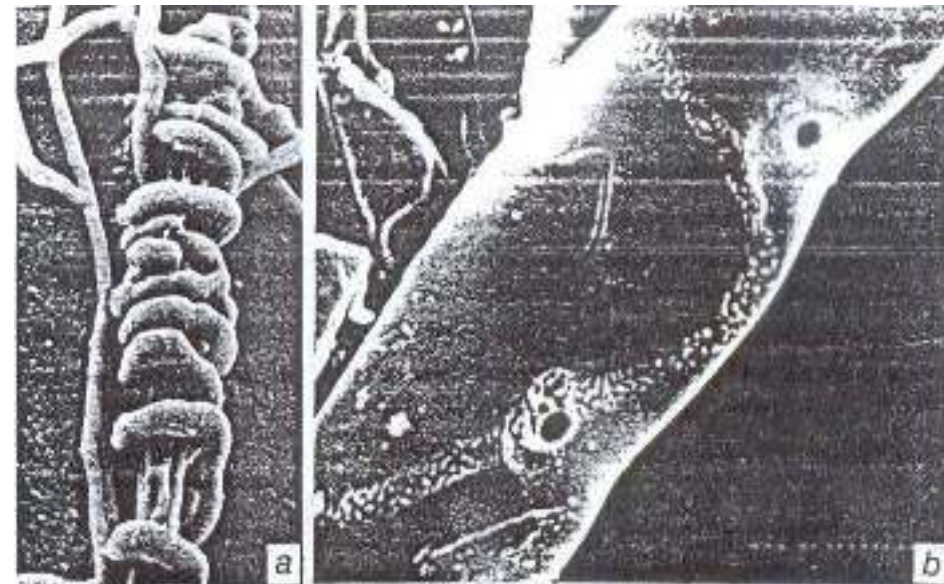
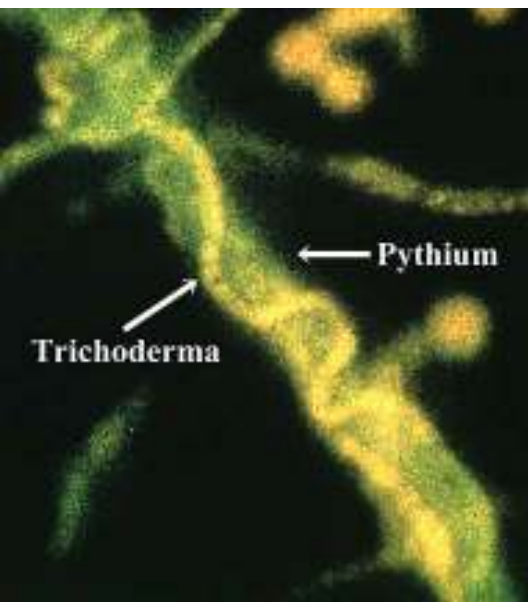
- **1. Simbiosis mutualisme:**

- Interaksi antara 2 spesies organisme yang berbeda, biasanya cocok satu sama lain, dan sering saling membutuhkan/menguntungkan.
- Contoh: *Nitrosomonas* mengoksidasi amonium menjadi nitrit; sehingga konsentrasi nitrit yang tinggi dalam tanah bersifat toksik terhadap genus lainnya. Selanjutnya, nitrit dioksidasi menjadi nitrat yang tidak beracun oleh genus *Nitrobacter*. Keberadaan kedua jenis bakteri dilingkungan selalu bersama.
- Ganggang *Azolla* dengan bakteri *Anabaena azollae* yang bekerjasama mengikat Nitrogen bebas di sawah.



## • 2. Parasitisme

- Suatu spesies organisme menggunakan spesies lain yang hidup dilingkungannya sebagai tempat hidupnya atau sebagai sumber makanannya.
- Bakteriofag yang menyerang bakteri bintil akar (*Rhizobium*), jamur *Trichoderma* spp. yang memarasit jamur patogen *Phytium*.

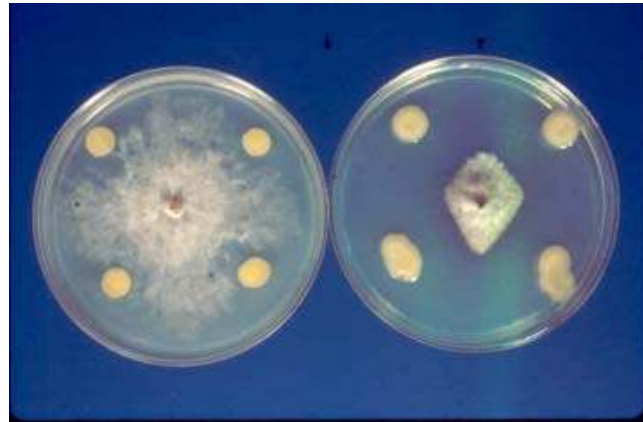


- **3. Predasi:**

- Suatu spesies yang memakan organisme hidup lainnya, biasanya yang memakan lebih besar dari mangsanya.
- Contoh: di dalam tanah protozoa memakan bakteri.

- **4. Antagonis:**

- Mikroorganisme yang memerlukan makanan lebih banyak bersaing dengan mikroorganisme lain yang rendah kebutuhan nutrisinya.
- Contoh: mikroorganisme yang bersifat antibiosis menghasilkan antibiotik dilingkungannya sehingga mikroorganisme lain tidak bisa hidup dan mikolisis yaitu senyawa/enzim yang menyebabkan pecahnya hifa jamur.



- **5. Komensalisme:**

- Interaksi antara mikroorganisme, satu pihak diuntungkan sedangkan pihak lain tidak dirugikan dan juga tidak diuntungkan.
- Spesies yang beruntung disebut komensal

## E. Hubungan antara Mikroba Tanah dan Tanaman

Akar tanaman adalah struktur utama tempat organisme tanah dan tanaman berinteraksi.

### 1. Hubungan antara bakteri tanah dan akar tanaman

Rizosfer adalah lapisan tanah di sekitar akar di mana terdapat sejumlah besar bakteri, jamur, protozoa, nematoda, tungau dll.

Keanekaragaman mikroba dalam rizosfer

Nutritional group	Rhizosphere (log CFU g <sup>-1</sup> )	Bulk soil (log CFU g <sup>-1</sup> )	R/B ratio
Ammonifiers	8.70	6.60	125
Gas-producing anaerobes	5.59	4.48	13
Anaerobes	7.08	6.78	2
Denitrifiers	8.10	5.00	1,260
Aerobic cellulose degraders	5.85	5.00	7
Anaerobic cellulose degraders	3.95	3.48	3
Spore formers	5.97	5.76	1.6
<i>Azotobacter</i>	<3.00	<3.00	—

*Rhizobium* hidup bebas, tetapi tidak dapat memfiksasi nitrogen. Setelah berada di sekitar tanaman legum terjadi interaksi antara bakteri dan akar tanaman, bakteri menembus sistem akar dan membentuk nodul yang berpartisipasi dalam fiksasi nitrogen udara. Sistem simbiosis dibentuk hanya dengan jenis tanaman legum tertentu dan spesies *Rhizobium* yang cocok



Joe Burton

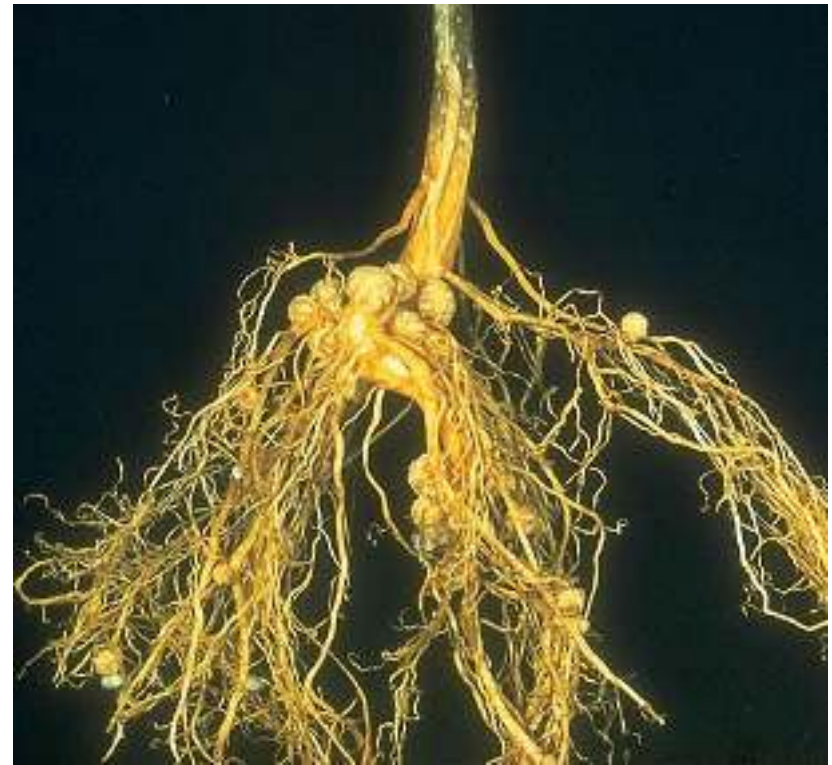
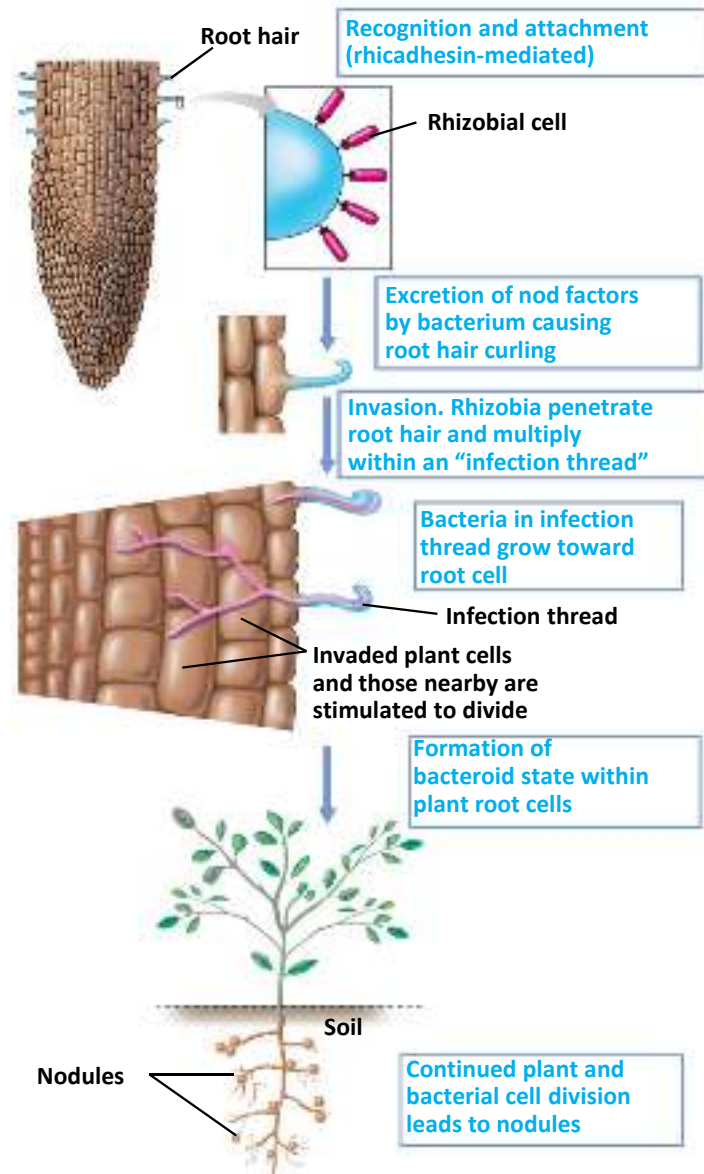


Figure 25.10

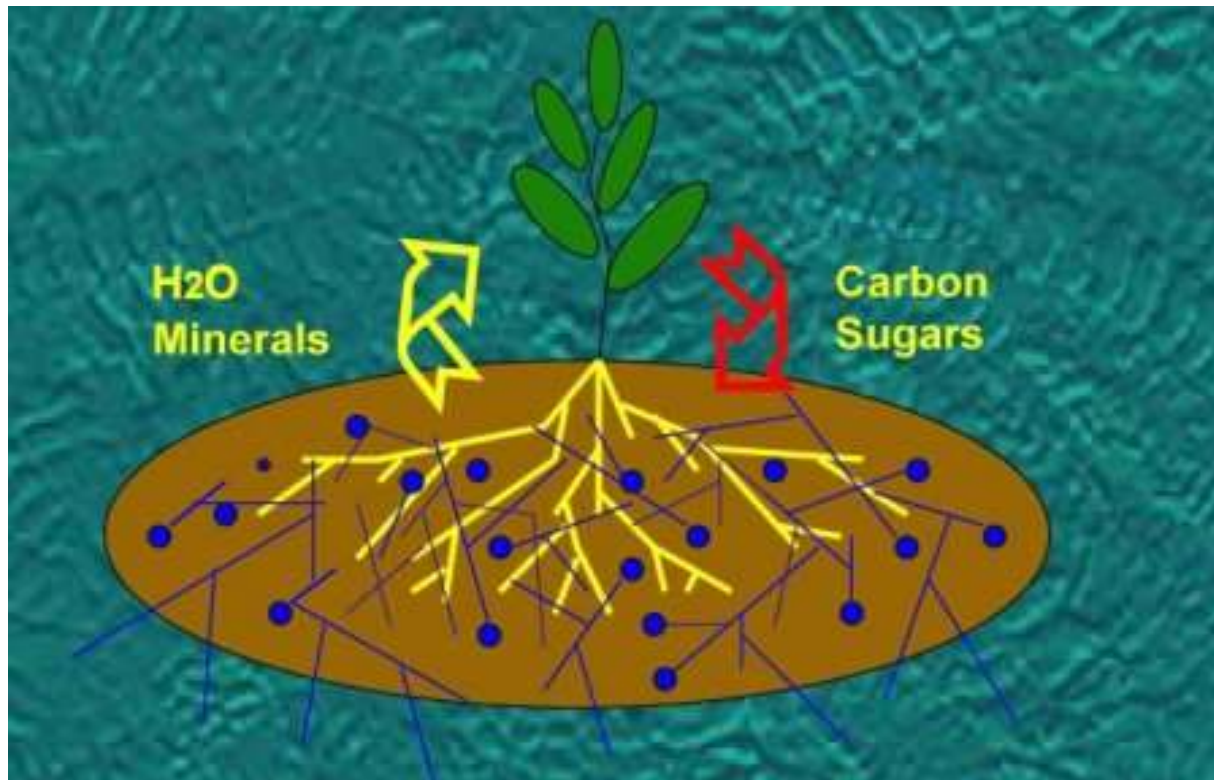


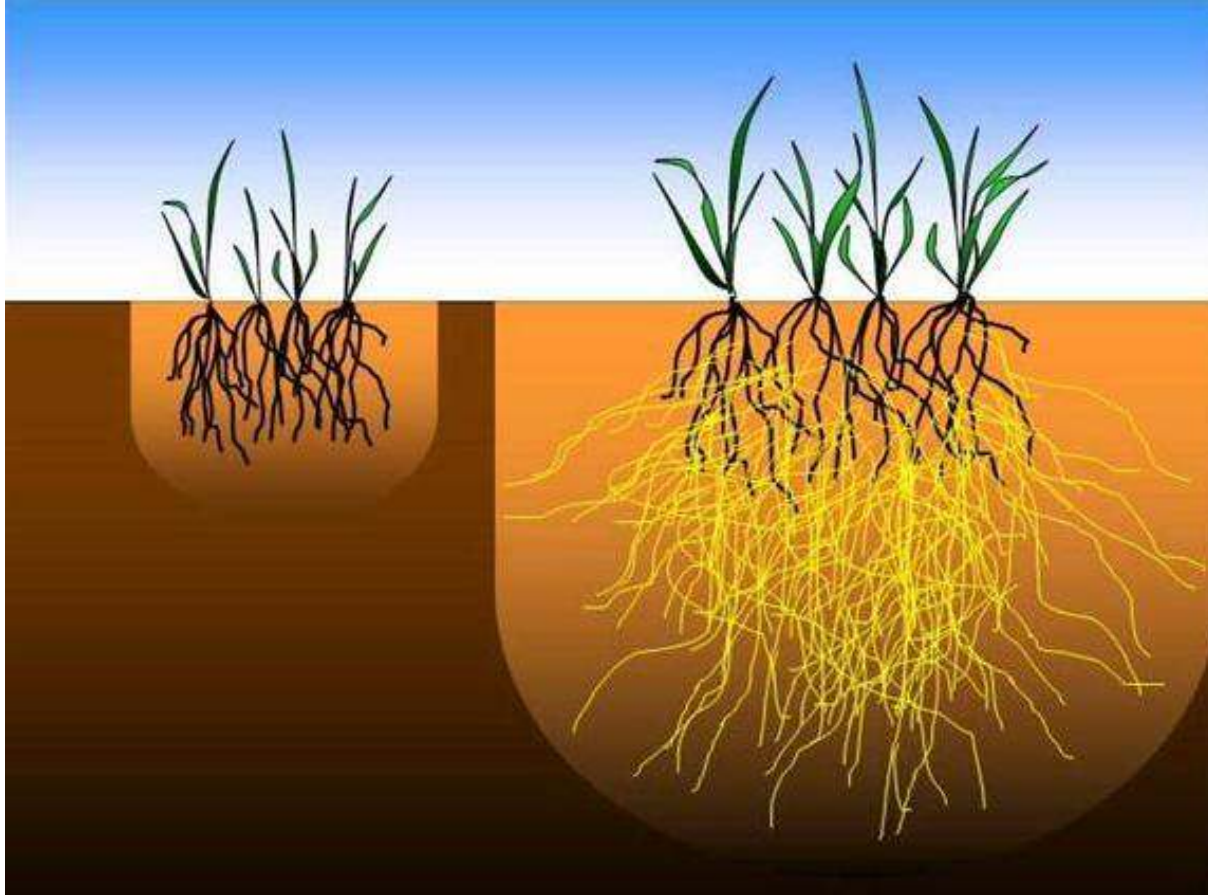
## 2. Hubungan antara jamur tanah dan akar tanaman

**Mikoriza** adalah interaksi jamur dengan akar tumbuhan vaskular yang merupakan **simbiosis mutualisme** antara jamur dan tanaman

Jamur : mendapat karbon dari tanaman

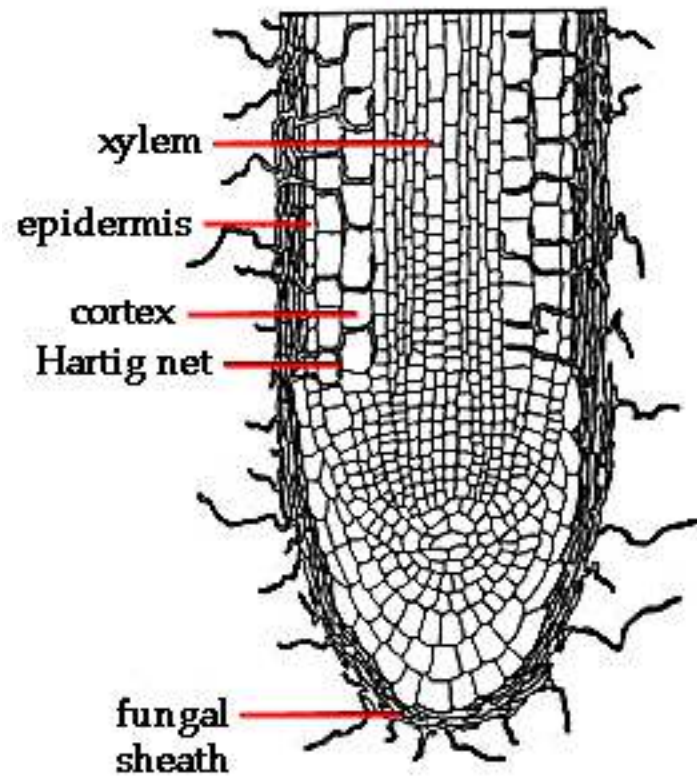
Tanaman : mendapat air dan mineral dari jamur



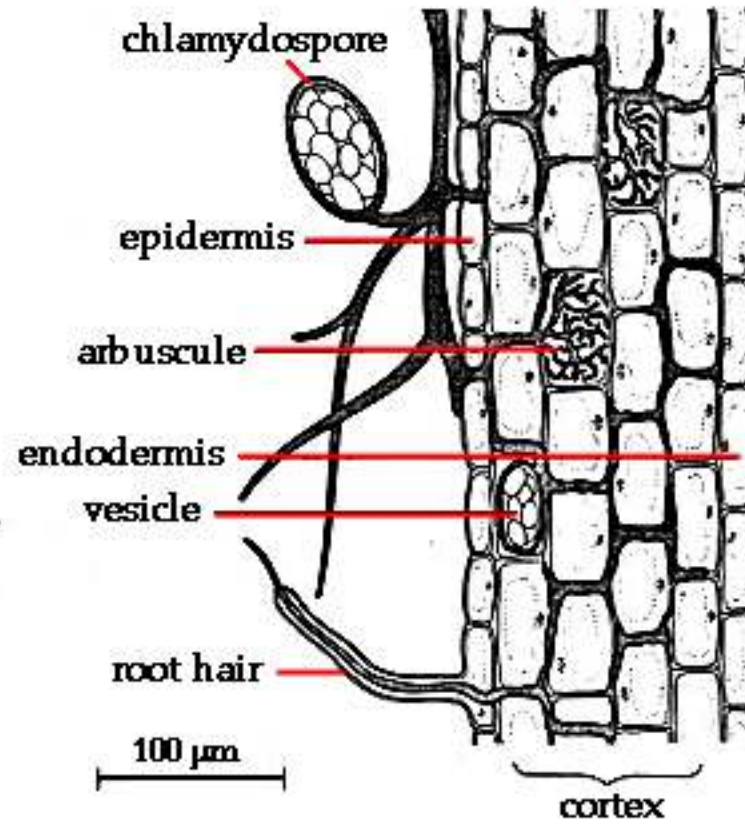




### Ectomycorrhizae

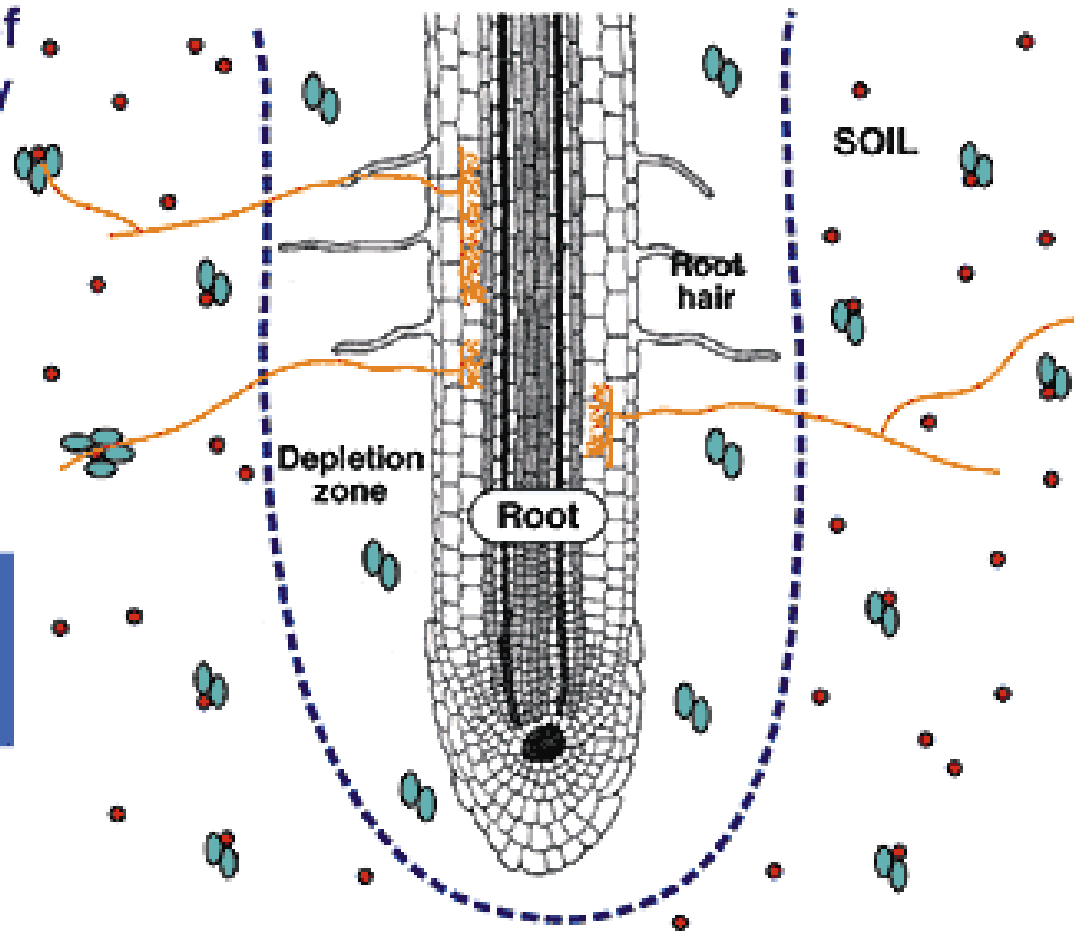


### Endomycorrhizae



## Acquisition of Phosphate by Mycorrhizal Roots

- Soil particle
- Phosphate



## **Manfaat jamur mikoriza bagi tumbuhan simbiotiknya:**

- Meningkatkan ketersediaan beberapa hara di tanah yang diperlukan tanaman, terutama [fosfat](#).
- Peningkatan penyerapan fosfat diiringi dengan peningkatan penyerapan hara lain, seperti [nitrogen](#) (N), [seng](#) (Zn), [tembaga](#) (Cu), dan [belerang](#) (S).
- Memperluas ruang tanah yang dapat dijangkau oleh tanaman inang.
- Meningkatkan toleransi tumbuhan terhadap kurangnya pasokan [air](#). Luasnya jaringan hifa di tanah membantu akar menyerap air.
- Melindungi akar tanaman dari serangan patogen

## F. Penyebaran patogen tular tanah

- Hifa dari beberapa jamur patogen dapat tumbuh panjang (bermeter-meter) melalui tanah. Contoh *Armillaria*
- Beberapa jamur, seperti spesies *Phytophthora*, membentuk hifa ramping dan pendek yang disebarkan oleh air atau tanah waktu erosi dan oleh mekanisme lain termasuk transportasi tanah oleh kendaraan atau alas kaki.
- Spora dari beberapa jamur tanah disebarkan oleh angin.
- Patogen dapat tersebar melalui tanah yang terkontaminasi
- percikan erosi
- Penggunaan pupuk organik

## G. Peranan Mikroba dalam Siklus Nutrisi

Mikroorganismen memainkan peran penting dalam siklus nutrisi di antara berbagai media lingkungan. Potensi yang besar dari mikroba ini untuk menguraikan bahan limbah yang membebaskan nutrisi yang terkandung di dalamnya dan menempatkan mikroorganismen sebagai driver utama siklus biokimia nutrisi dan memberi mereka keunggulan di bidang pertanian. Topik ini membahas siklus nutrisi oleh mikroorganismen yang menggarisbawahi mikroba utama dalam setiap siklus. Siklus ini terdiri dari: **siklus nitrogen, siklus fosfor, siklus sulfur, dan siklus karbon.**

# I. Siklus Nitrogen

Siklus nitrogen merupakan proses berantai yang sangat kompleks, dimana semua jasad, sejak mikroba, tanaman, dan hewan ikut berperean didalamnya

Udara 80% lebih tersusun oleh unsur nitrogen. Walaupun udara di atas sebidang tanah sangat kaya akan unsur tersebut, tidak ada yang dapat digunakan secara langsung oleh tanaman. Sehingga setiap saat para petani harus menambahkan sumber nitrogen ke dalam tanah dalam bentuk pupuk yang mengandung nitrogen seperti urea, ZA, NPK, dan sebagainya

Nitrogen memasuki tanah dalam bentuk **ammonia** dan **nitrat** bersama air hujan, dalam bentuk hasil penambahan nitrogen bebas atau dalam bentuk penambahan pupuk sintesis.

Tetapi kenaikan kandungan nitrogen tanah yang cukup tinggi, lebih banyak disebabkan oleh adanya kemampuan beberapa mikroba untuk memfiksasi. Nitrogen organik yang terbentuk kemudian diubah menjadi ammonia melalui proses *deaminasi*, karena ammonia dapat diubah secara langsung diasimilasikan oleh mikroba atau diubah terlebih dahulu menjadi senyawa nitrat secara *nitrifikasi*

Ada beberapa proses dalam Siklus Nitrogen yang difasilitasi oleh mikroorganisme yang berbeda.

Proses dalam Siklus Nitrogen:

1. Fiksasi nitrogen
2. Nitrifikasi
3. Denitrifikasi

## **Fiksasi Nitrogen:**

Konversi  $N_2$  di udara menjadi ammonium nitrogen oleh bakteri pengikat nitrogen termasuk anggota dari Klebsiella, Azotobacter, Clostridium, Rhodospirillum, Aspirillum, dan berbagai Cyanobacteria

### ***Ammonifikasi:***

pemecahan bahan organik protein dengan pembebasan asam amino oleh bakteri tanah termasuk spesies Bacillus, Pseudomonas, dan Arthrobacter



## Jenis-jenis bakteri → fiksasi N

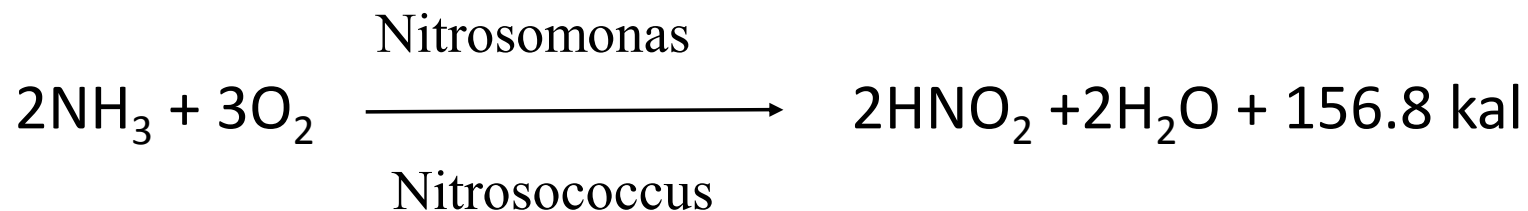
<b>Mikroorganisme</b>	<b>Sifat</b>	<b>Penggunaan</b>
<b>Azotobacter</b>	<b>Aerobik, hidup bebas dalam tanah, rhizosfer, permukaan daun</b>	<b>Hormon pada akar &amp; pertumbuhan tanaman</b>
<b>Azospirillum</b>	<b>Mikroaerobik, bebas/asosiasi dengan akar rumput</b>	<b>Hormon pada akar &amp; pertumbuhan tanaman, meningkatkan hasil rumput</b>
<b>Rhizobium</b>	<b>Simbiosis legum</b>	<b>Inokulasi dapat menguntungkan tanaman legum</b>
<b>Actinomicetes</b>	<b>Simbiosis non legum</b>	<b>Produksi kayu</b>
<b>Blue-green algae</b>	<b>Hidup di air / daratan, mengandung klorofil</b>	<b>Meningkatkan padi sawah</b>

# Nitrifikasi

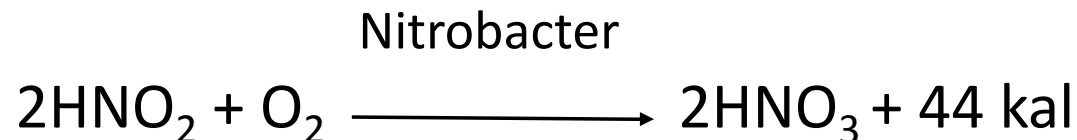
Nitrifikasi merupakan proses aerob yang terjadi pada tanah dengan pH netral dan akan terhambat prosesnya dalam keadaan anaerob atau dalam keadaan tanah menjadi asam.

Proses nitrifikasi ini terjadi dalam 2 tingkat, yaitu:

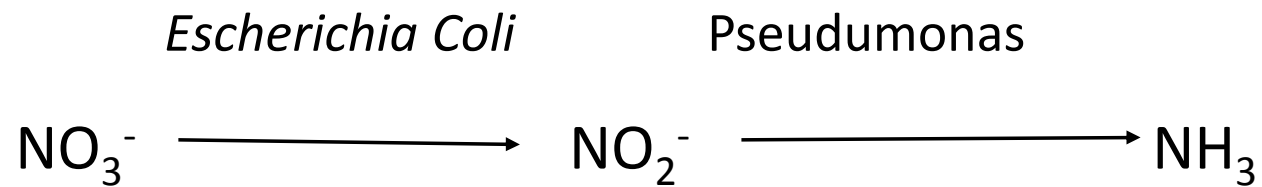
## 1. Oksidasi ammonia menjadi nitrit:



## 2. Oksidasi senyawa nitrit menjadi nitrat



Tetapi proses dapat terjadi sebaliknya yaitu senyawa nitrat diubah menjadi nitrit kemudian menjadi ammonia. Proses ini dinamakan proses ***denitrifikasi***.



# The Nitrogen Cycle

Proteins and waste products  $\xrightarrow{\text{Microbial decomposition}}$  Amino acids

Amino acids ( $-\text{NH}_2$ )  $\xrightarrow{\text{Microbial ammonification}}$  Ammonia ( $\text{NH}_3$ )

Ammonium ion ( $\text{NH}_4^+$ )  $\xrightarrow{\text{Nitrosomonas}}$  Nitrite ion ( $\text{NO}_2^-$ )

Nitrite ion ( $\text{NO}_2^-$ )  $\xrightarrow{\text{Nitrobacter}}$  Nitrate ion ( $\text{NO}_3^-$ )

Nitrate ion ( $\text{NO}_3^-$ )  $\xrightarrow{\text{Pseudomonas}}$   $\text{N}_2$

$\text{N}_2$   $\xrightarrow{\text{Nitrogen fixation}}$  Ammonia ( $\text{NH}_3$ )

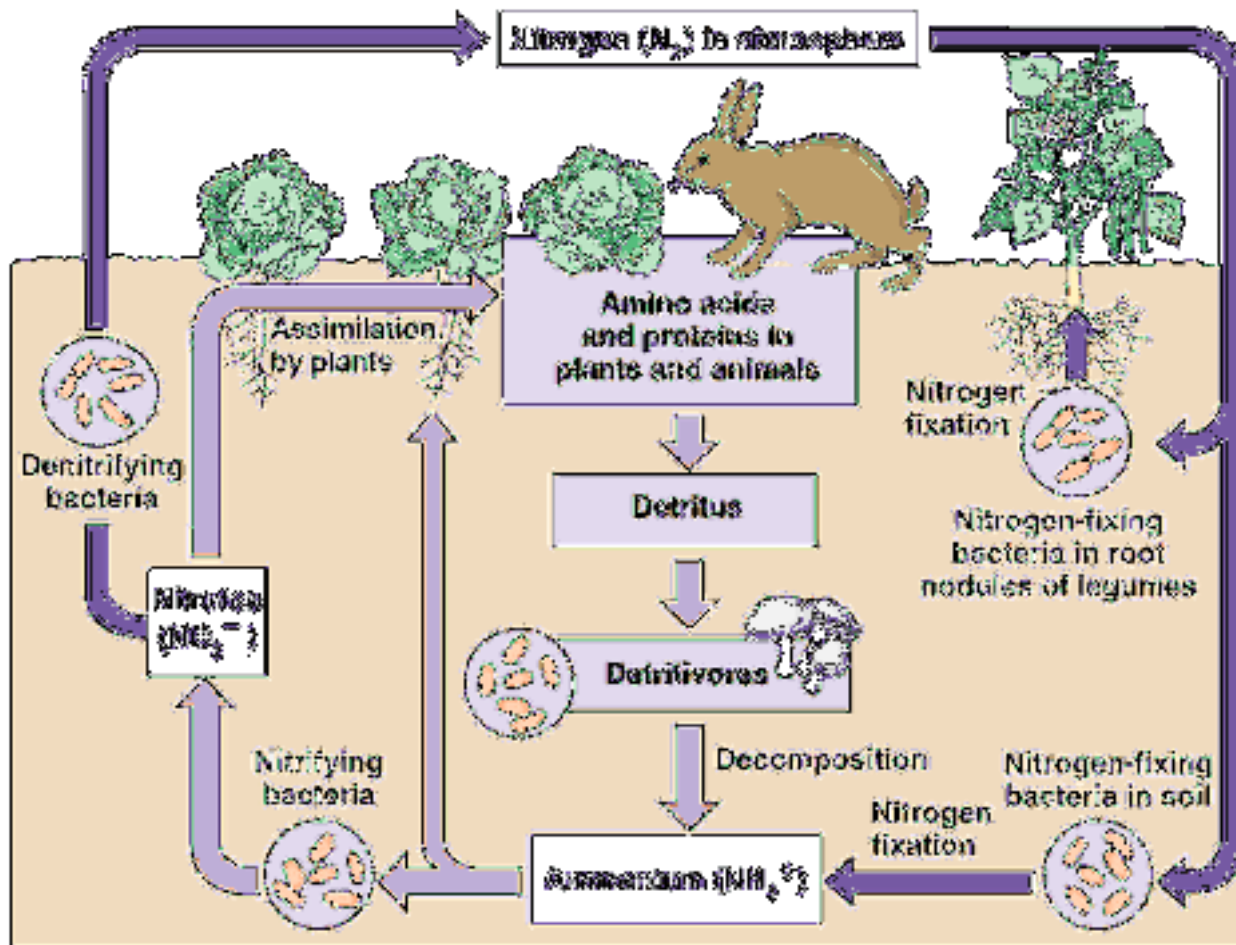
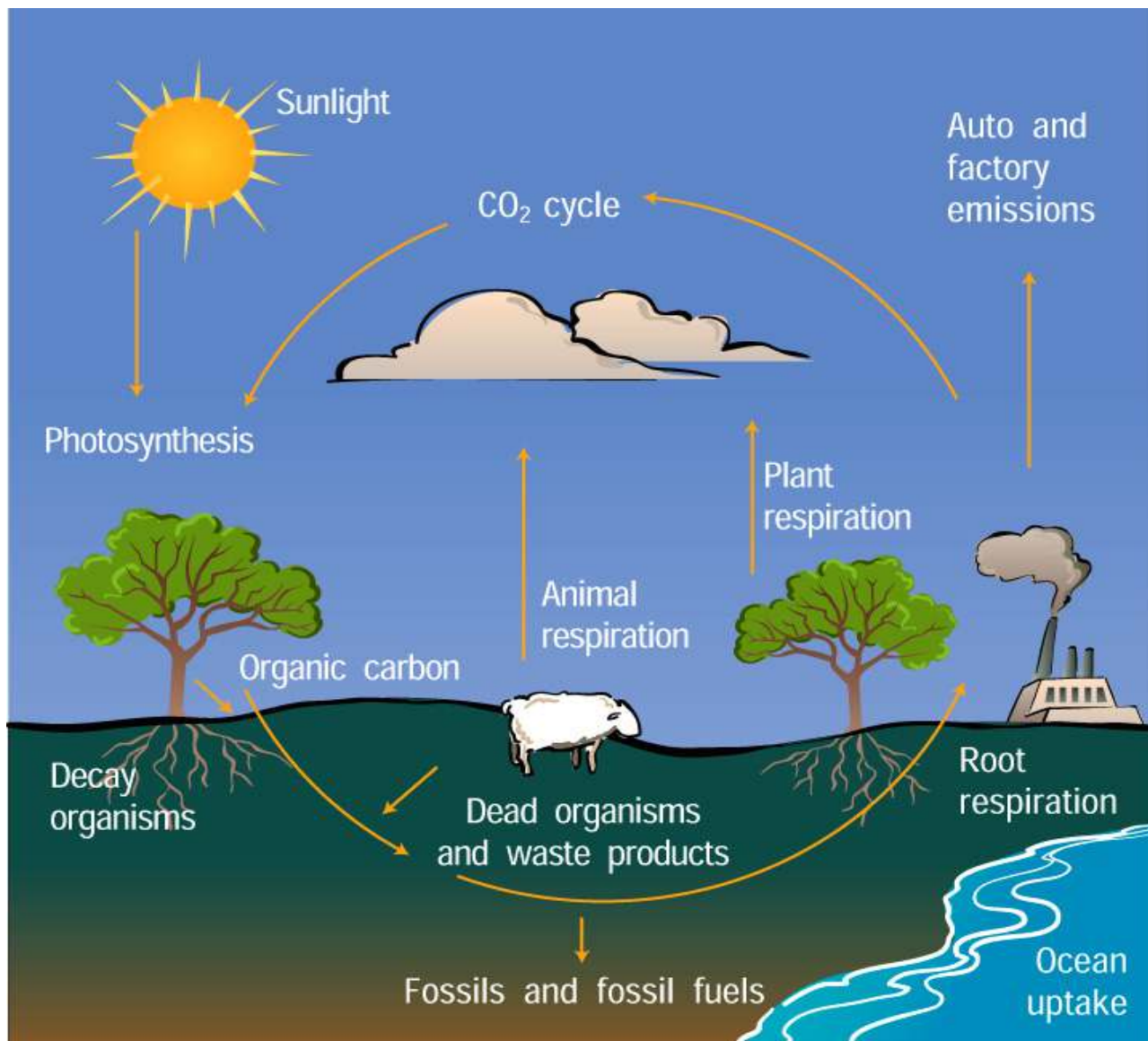


Diagram illustrating the Nitrogen Cycle.

## II. Siklus Karbon

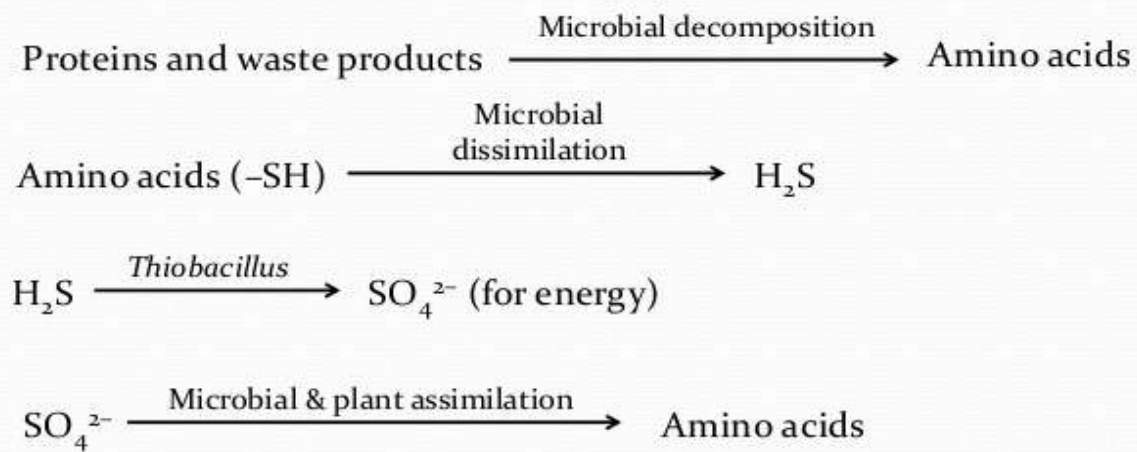
### **Peran mikroba tanah dalam siklus karbon**

Sisa tumbuhan dan hewan merupakan jenis utama dari senyawa karbon ditambahkan ke tanah. Residu ini terdiri dari senyawa dengan berat molekul tinggi yang bervariasi dalam kerentanan mereka terhadap dekomposisi oleh mikroorganisme. Laju penguraian mengikuti urutan Sugars, pati, gula sederhana > protein mentah > hemiselulosa > Selulosa > Lemak, lilin > Lignin, senyawa fenolik. Dekomposisi lebih cepat di aerobik (oksidasi) dari dalam kondisi anaerob.



### III. Siklus Sulfur

## The Sulfur Cycle

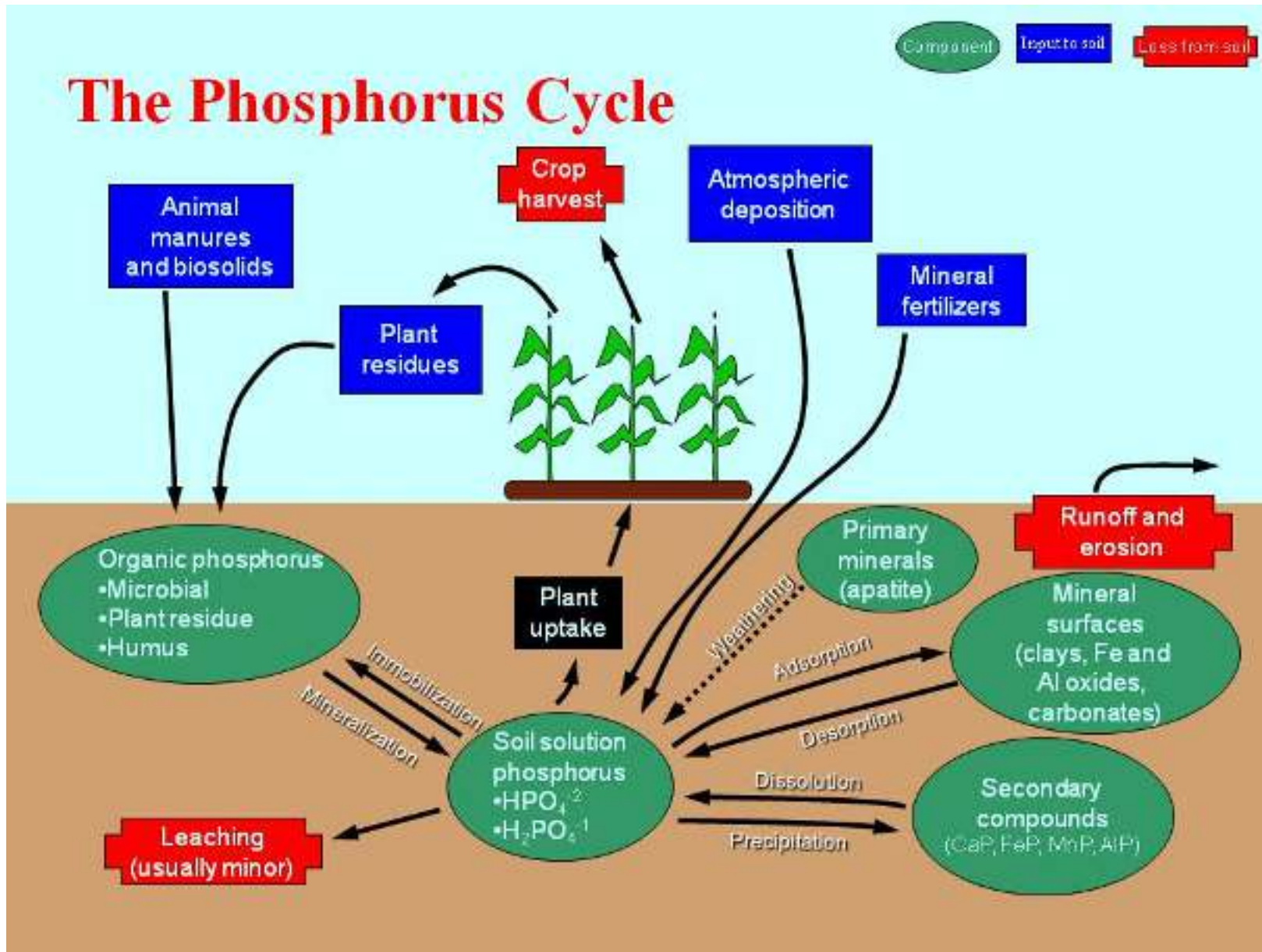




## IV. Siklus Pospor

Fosfor dibebaskan dari bahan organik selama ammonifikasi. Hal ini juga tersedia untuk tanaman sebagai akibat dari pembentukan asam organik oleh mikroorganisme yang melarutkan senyawa fosfat anorganik tidak larut. Enzim phytase membebaskan fosfat dari asam fitat. Spesies *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Cunninghamella*, *Arthrobacter* dan *Bacillus* dapat mensintesis enzim. Oleh karena itu dapat berkontribusi pada transformasi fosfor tanah di tanah.

# The Phosphorus Cycle



# INTERAKSI MIKROBA DENGAN TANAMAN



- area kontak antara mikroba dengan tanaman dibedakan menjadi dua, **filosfir** merupakan area kontak tanaman dengan mikroba udara dan **rizosfir** merupakan kontak mikroba dengan tanaman yang berada di dalam tanah

# Area Terjadinya Interaksi

- **1. Bagian tanaman di atas permukaan tanah dengan mikroba udara**
- Area terjadinya interaksi antara mikroba udara (*aerial microbes*) dengan bagian tanaman yang terletak di atas permukaan tanah diberi istilah filosfir (*phyllosphere*)

- membagi dua mikroba yang mengkoloni filosfir yaitu mikroba filosfir dan mikroba efifit. Mikroba filosfir merupakan koloni mikroba udara (*aerial*) yang ditemukan pada permukaan tanaman (daun, kulit batang, dsb) sedang mikroba yang menetap di bagian permukaan disebut mikroba efifit

## **2. bagian tanaman dibawah permukaan tanah**

- Di lingkungan rizosfir terdapat area pada epidermis akar dan korteks luar di mana partikel tanah, bakteri dan hifa fungi melekat (bersentuhan secara langsung) disebut rizoplen

- Dalam rizoplen terdapat lebih banyak mikroba dibandingkan dengan bagian rizosfir lain yang tidak bersentuhan dengan akar tanaman. Mikroba lebih banyak terdapat pada akar yang lebih tua daripada yang lebih muda karena pada akar yang lebih tua terdapat selain eksudat akar juga sel-sel yang sudah mati. Kalau pada bagian atas tanaman mikroba dibedakan menjadi filosfir dan efifit, pada bagian bawah tanaman bakteri dan fungi yang terdapat di dalam sel-sel akar tidak termasuk rizoplen tetapi disebut endofit



- rizosfer adalah tanah yang berada disekitar perakaran tanaman dimana pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh aktivitas akar tanaman

- Populasi mikroorganisme di rizosfer biasanya lebih banyak dan beragam pada rizosfer dibandingkan pada tanah bukan rizosfer. Kehadiran sejumlah populasi organisme baik yang bersifat antagonis, patogen, maupun saprofit dapat menambah keragaman spesies di dalam komunitas alami tanaman

- **Apa itu “Filoplan”?**
- Filoplan berasal dari kata *phyllo* = daun, dan *plane* = permukaan, jadi filoplan dapat diartikan sebagai mikroorganisme yang tumbuh (hidup) pada permukaan daun tanaman. Sedangkan permukaan daun tersebut biasa disebut dengan filosfer. Filosfer merupakan salah satu habitat mikroorganisme saprofit. Beberapa di antaranya merupakan mikroorganisme antagonis

- Mikroorganisme filoplan berpotensi sebagai agen pengendali hayati yang murah dan ramah lingkungan. Keragaman mikroorganisme filoplan dipengaruhi oleh keadaan lingkungan di sekitar daun, seperti keadaan fisik, kimia dan ketersediaan nutrisi. Sumber nutrisi filoplan terbagi 2 (dua) yaitu nutrisi alami dan nutrisi buatan

- Nutrisi alami terdiri dari:
- *Exogenous nutrition* yaitu nutrisi yang berasal dari luar tanaman seperti deposisi debu, percikan tanah, tepung sari, embun madu.
- *Endogenous nutrition* yaitu nutrisi yang berasal dari dalam tanaman yang disekresikan dari daun maupun cairan gutasi dari hidatoda. Nutrisi tersebut antara lain ion anorganik ( $K^+$ ,  $Mg^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ), karbohidrat dan asam amino

- **Kelompok Filoplan dan Mekanismenya**
- Semua filoplan yang berasosiasi dengan tanaman, dalam perkembangannya memanfaatkan eksudat yang dikeluarkan oleh daun sebagai sumber energi dan nutrisinya

- Pada umumnya mikroorganisme antagonis mempengaruhi populasi patogen dengan cara memparasit dan membunuh patogen secara langsung; berkompetisi dengan patogen dalam hal makanan; menghasilkan toksin berupa zat antibiotik yang langsung mempengaruhi patogen; serta menghasilkan toksin berupa zat yang mudah menguap yang secara tidak langsung mempengaruhi perkembangan patogen

- Filoplan dapat menjadi antagonis bagi patogen apabila mampu berkompetisi, menghambat kolonisasi dan menghambat perkembangan patogen pada permukaan daun (Khaeruni 1998). Kemampuan menjadi antagonis biasanya terjadi melalui mekanisme antibiosis (pembentukan antibiotik, bakteriosin, toksin dan enzim hidrolisis), parasitisme, dan kompetisi



- Filoplan dapat dibagi ke dalam kelompok bakteri dan cendawan
- Kelompok Bakteri
- Ragam bakteri yang mendiami permukaan daun sangat bervariasi tergantung dari jenis tanamannya. Setiap tanaman menghasilkan eksudat tertentu seperti gula dan asam amino yang sesuai dengan bakteri tertentu pula. Ketinggian tempat dan umur tanaman juga mempengaruhi eksudat yang dihasilkan. Semakin tua daun maka eksudat gula maupun asam amino yang dihasilkan akan semakin banyak, sehingga bakterinya juga semakin banyak

- 3 (tiga) mekanisme antagonis dari kelompok bakteri (Anonim 2009).yaitu :
- Hiperparasitisme : terjadi apabila agen antagonis dapat memparasit patogen tumbuhan;
- Kompetisi ruang dan hara : agen antagonis menjadi pesaing bagi patogen tumbuhan dalam mendapatkan ruang hidup dan hara, seperti karbohidrat, Nitrogen, ZPT dan vitamin;
- Antibiosis : terjadi penghambatan atau penghancuran suatu organisme oleh senyawa metabolik yang diproduksi oleh organisme lain

- Kelompok Cendawan
- Secara umum, mekanisme antagonis dari cendawan (Widyastuti 2006) yaitu:
  - 1. Mycopasitisme: cendawan yang mendapatkan nutrisi dari cendawan lainnya tanpa memberikan manfaat
  - 2. Antibiosis: hubungan antara dua organisme yang dapat merugikan salah satu organisme, biasanya salah satu organisme memproduksi toksik
  - 3. Kompetisi nutrisi atau ruang
  - 4. Toleransi
  - 5. Penyerapan nutrisi anorganik
  - 6. Induksi resistensi
  - 7. Inaktivasi enzim patogen

## - Pemanfaatan Filoplan

- Kelompok Bakteri
- Beberapa contoh bakteri yang berperan sebagai filoplan antagonis antara lain:
- 1. *Bacillus thuringiensis* dan *Xanthomonas campestris pv. manihotis*
- Tanaman kopi arabika yang disemprot dengan suspensi bakteri *Bacillus thuringiensis* dan *Xanthomonas campestris pv. manihotis* selama 5 minggu menjadi tahan terhadap penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*)

- 2. *Pseudomonas fluorescens* P60
- Bakteri *Pseudomonas fluorescens* P60 menghasilkan hormon tumbuh yaitu *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman (Soesanto *et. al* 2012). PGPR memiliki kemampuan bersaing untuk mendapatkan zat makanan, atau karena hasil metabolit seperti siderofor, hidrogen sianida, antibiotika, atau enzim luar sel yang bersifat antagonis melawan patogen

- 3. *Pseudomonas syringae*, *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Erwinia herbicola*, *E. amylovora* dan *Serratia* sp.
- Menurut Busam (1997) bakteri-bakteri tersebut dapat mengeluarkan protein dalam bentuk enzim kitinase yang dapat memicu reaksi ketahanan sistemik tanaman (*Systemic Acquired Resistance/SAR*) sehingga menghasilkan metabolit sekunder dalam sel tanaman tersebut

- Kelompok Cendawan
- Tantawi *et al.* (1993) berhasil mengisolasi 26 spesies cendawan dari daun karet yang berasal dari kebun pembibitan karet Pusat Penelitian Perkebunan Getas. Beberapa diantaranya mampu menekan perkembangan *Colletotrichum gloeosporioides*, cendawan penyakit gugur daun karet, yaitu *Trichocladium sp.*, *Trichophyton sp.*, *Gonatorrhodiella sp.*, *Syncephalastrum sp.*, *Trichoderma sp.*, dan *Aspergillus sp.*

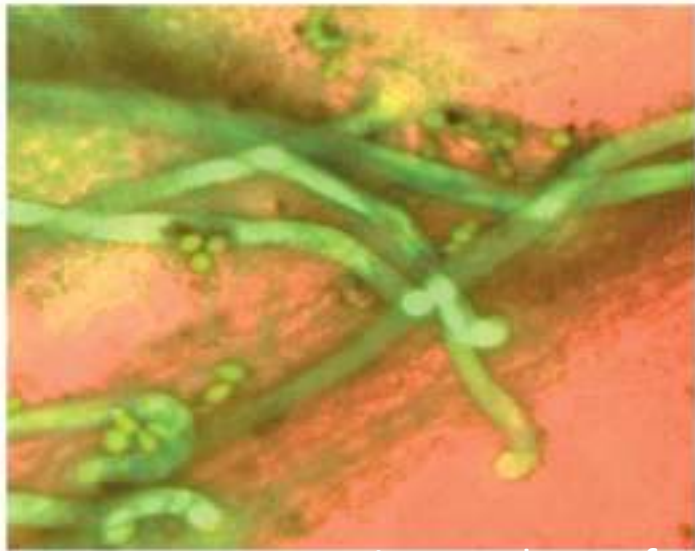
- Menurut Cook dan Baker (1983) *Gliocladium virens* dapat menghasilkan antibiotik gliotoksin dan viridin yang dapat menekan perkembangan mikroba lain. Selain itu *G. virens* juga merupakan cendawan antagonis karena memiliki mekanisme antagonis mycoparasit yang dapat memproduksi bahan antifungi



# Tanaman sebagai habitat Mikroba

- Rhizosfir
  - merupakan daerah diluar peakaran tanaman
  - Biasanya aktivitas mikroba tinggi
- Filosfir
  - Pada permukaan daun
  - Terdapat komunitas mikroba
- banyak mikroorganismenya, terutama bakteri dan ragi ditemukan pada permukaan tanaman (daun, batang, buah dll) yang bersifat komensalisme.
  - Dikenal juga sebagai epifit.

# Kehidupan mikroorganisme pada Filosfir dan Rhizosfir



**(a)**

Jamur pada filosfir

John H. Andrews



**(b)**

Bakteri pada rhizosfir/  
rhizoplan dari *clover*



**(c)**

Bakteri melekat pada  
permukaan bulu akar  
*clover*

Frank B. Dazzo

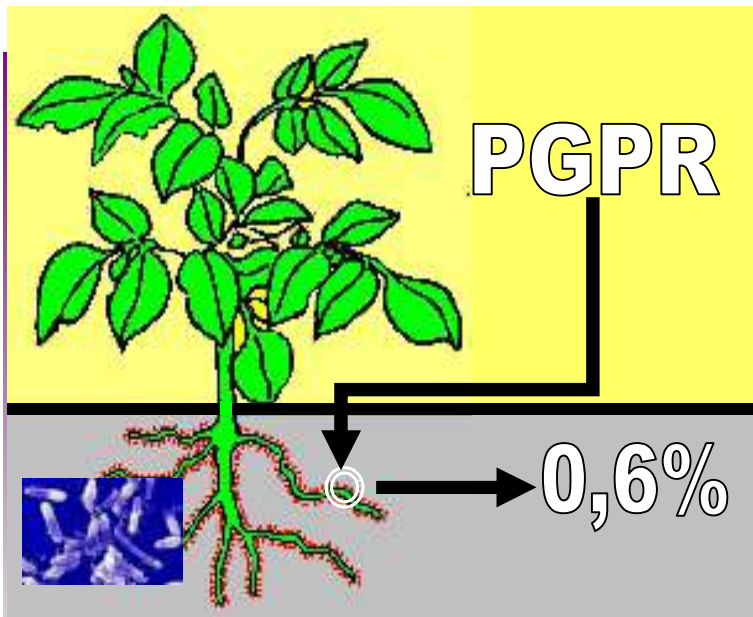
- Keberadaan mikroba pada tanaman:
  - menguntungkan
    - pupuk hayati;
    - agen biokontrol atau
  - Merugikan, banyak jenis virus, bakteri, jamur, algae, protozoa dan nematoda sebagai patogen pada tanaman

## 2. Peranan mikroorganisme yang menguntungkan bagi tanaman

- 2.1. Pupuk hayati (lihat kuliah minggu lalu):
  - Penyedia nutrisi secara simbiotik (*Rhizobium*).
  - Peningkatan ketersediaan nutrisi secara simbiotik (Mikoriza)
- 2.2. Perlindungan hayati:
  - Kolonisasi permukaan tanaman (penghambat biologis terhadap patogen tanaman)
  - Peningkatan ketahanan tanaman



## 2.2.1. PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR)



- mengkolonisasi rizosfir (sekitar akar tanaman)
- dapat menghambat serangan hama dan patogen
- Dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman

- Penelitian (RISTEK, KKP3T, HIKOM) secara komprehensif berhasil mengendalikan penyakit bakteri pada tanaman bawang merah, kedelai, jahe, menggunakan rizobakteri indigenus (RBI) dari tanaman yang sehat.
- Juga meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Habazar et al. 2007-2012)





- diperoleh 3 isolat rhizobakteri dari rhizosfir tomat, setelah diidentifikasi salah satu diantaranya adalah *Serratia marcescens* strain N2.4, yang mampu mengendalikan penyakit bercak bakteri dan meningkatkan pertumbuhan bibit tomat dibanding tanaman kontrol (Habazar et al. 2011).



- A = Bibit tomat yang diintroduksi dengan rhizobakteria
- ☐ K = Tanaman kontrol



A

K





- Isolat rizobakteri indigenus (RBI) P14Rz1.1, setelah diidentifikasi adalah *Bacillus thuringiensis* galur ST2, mampu
  - mengendalikan penyakit pustul bakteri,
  - meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai

- K = Tanaman kontrol
- A to E = diintroduksi dengan rizobakteri



K A B C D E



## 2.2.2. Induksi ketahanan:

Hasil penelitian (Habazar et al. 2001): *Fluorescent Pseudomonas* (Pf) untuk pengendalian penyakit CMV pada mentimun



A

B

C

A. Daun mentimun yang diintroduksi dengan Pf pada benih dan diinokulasi dengan Cucumber Mosaic Virus, terlihat sehat

B. Pemanding, daun yang tidak diintroduksi Pf dan menunjukkan gejala penyakit yang berat

C. Hanya tanaman yang diintroduksi Pf yang berbuah (kanan)





**Gejala penyakit hawar daun bakteri oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan pertumbuhan padi yang benihnya diintroduksi dengan Pf (B), asam salisilat © dan tanpa Pf (A) (Habazar et al. 2001)**



Pengendalian penyakit hawar daun bakterioleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* pada bawang merah secara *in planta* (Habazar et al. 2008)



Gambar Tanaman bawang setelah diintroduksi dengan rhizobakteria isolat JBsh (30 hst). A. Kontrol. B. Diintroduksi dengan Rhizobakteria (sehat). —→ Gejala Hawar Daun Bakteri





Growth and yield of rhizobacterial introduced onion in the field. (a) Growth of onion with rhizobacterial isolate, (b) Control. (c) Bulb performance with rhizobacterial isolate, (d) Control



● A



B



C



D

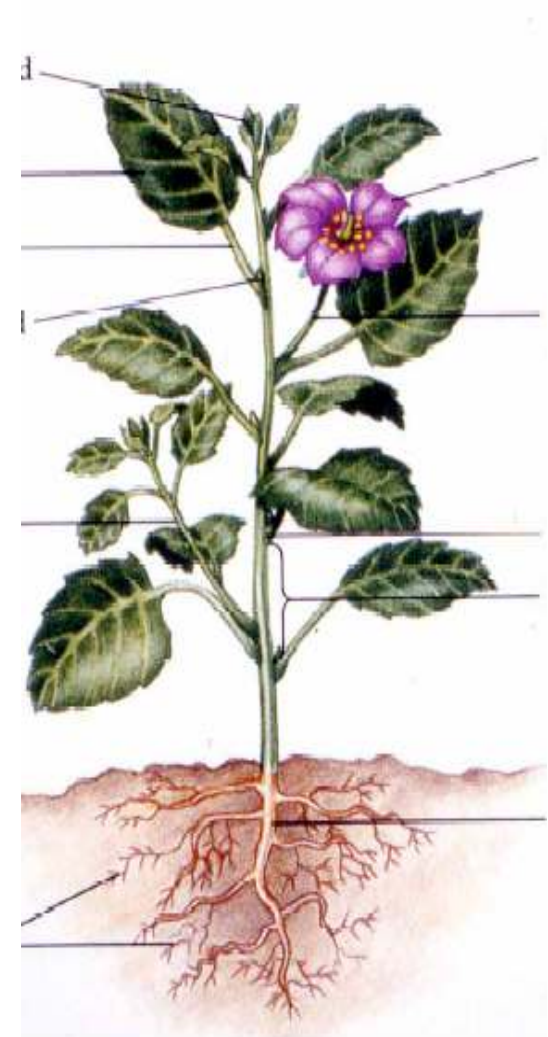


### 3. Peranan mikroorganisme yang merugikan tanaman

- Tanaman yang sakit dapat disebabkan oleh mikroorganisme, seperti virus, bakteri, jamur, nematoda atau protozoa.
- Organisme yang menyebabkan penyakit diistilahkan parasit
- tingkatan parasitisme
  - a. keseluruhan atau sebagian hidup mikroorganisme berada dalam jaringan hidup
  - b. dapat bersifat patogenik atau ada yang tidak
  - c. Fakultatif saprofit
  - d. Fakultatif parasit
  - e. Parasit obligat
  - f. Nekrotrof, menyebabkan nekrotik

# Tanaman

- perlu mempertahankan hidupnya.
- bila diserang mikroorganisme patogen dapat merubah tampilan dan produktivitasnya, dan diistilahkan sakit.
- pemahaman tentang penyebab penyakit oleh mikroorganisme patogen yang berbeda adalah penting untuk merancang strategi pengendaliannya.
- patogen yang berbeda juga akan mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap produksi tanaman.



# Mikroorganisme dan Penyakit Tanaman

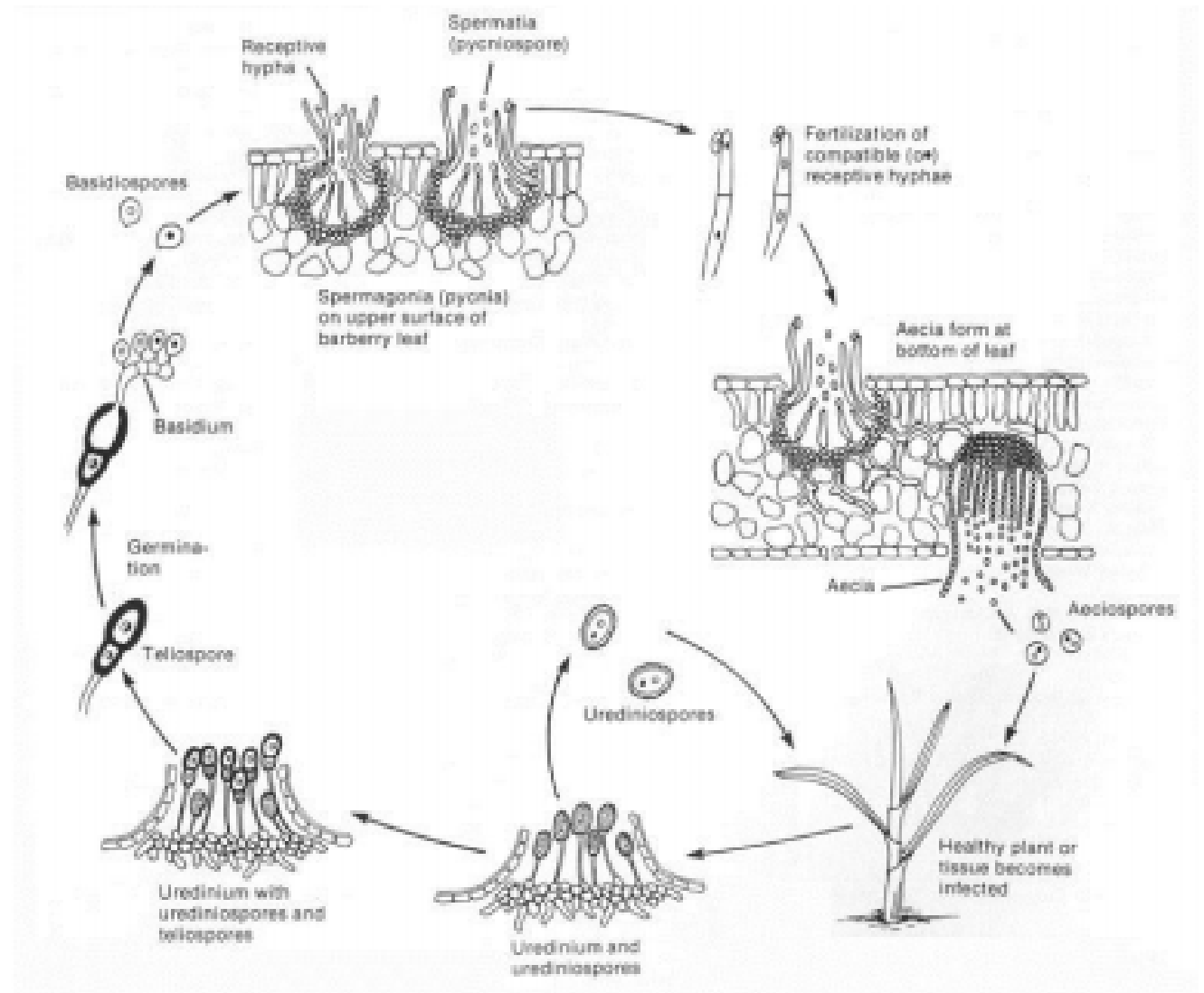
- Patogen yang menginfeksi tanaman, harus mampu dengan berbagai cara memperoleh nutrisi dari tanaman, menetralkan reaksi pertahanan tanaman.
- untuk itu mikroorganisme patogen bisa masuk ke dalam jaringan tanaman dengan beberapa cara:
  - Kekuatan mekanis
  - Senyawa kimia dari patogen
  - Penetrasi secara tidak langsung
- Disamping itu mikroorganisme patogen juga bisa masuk ke dalam jaringan tanaman secara tidak langsung melalui:
  - luka,
  - lobang alami (stomata, hidatoda, nektartoda dan lentisel,
  - permukaan tanaman tanpa lapisan kutin (bibit, bulu akar, tunas, bunga, daun, nektar), dan
  - permukaan dengan lapisan kutin, termasuk kutikula.

# Beberapa istilah

- Patogenesis
  - Proses infeksi dari patogen sampai timbulnya gejala penyakit
- Patogenisitas:
  - Kemampuan parasit atau patogen untuk mengganggu satu atau lebih fungsi esensial dari tanaman.
- Kisaran inang
  - Monofag
  - Oligofag
  - Polifag

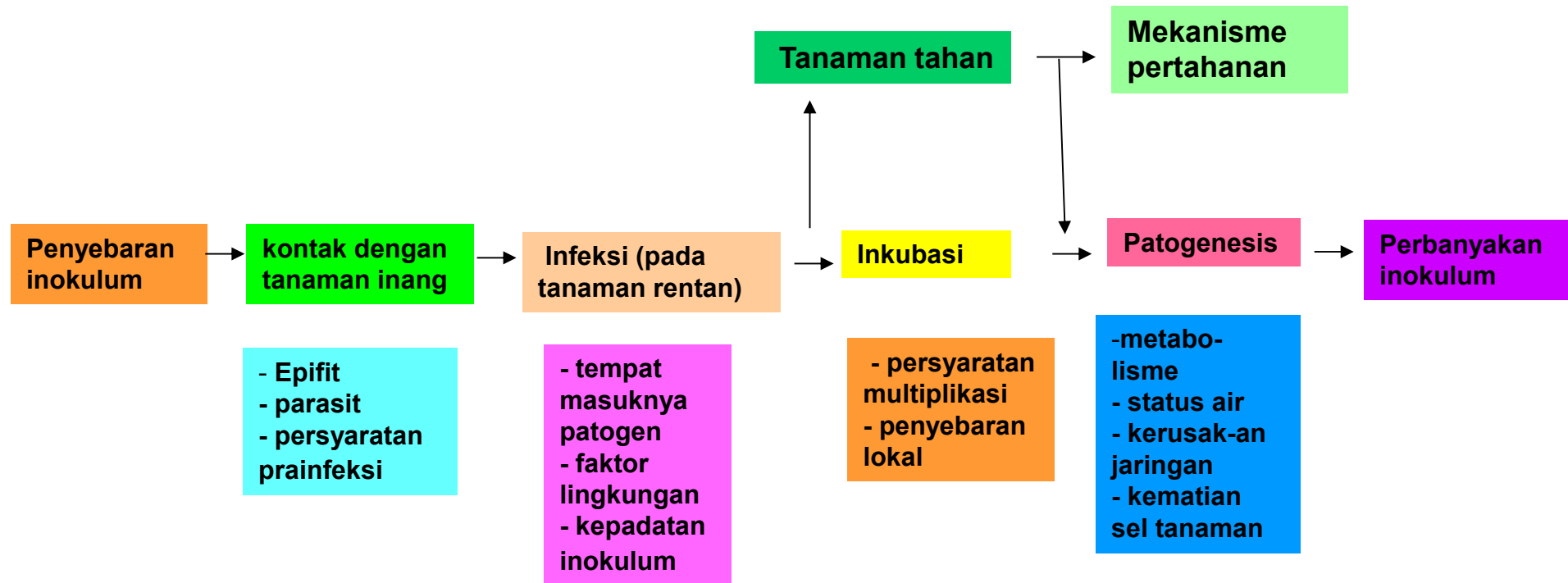
# Tahapan peristiwa dalam siklus penyakit

- Inokulasi
- Penetrasi
- Infeksi
- Invasi (pe-nyerangan)
- Reproduksi
- Penyebaran
- Bertahan hidup





Skema proses infeksi bakteri patogen tanaman (Kleinhempel et al. 1989, dimodifikasi Habazar dan Rifai 2004)



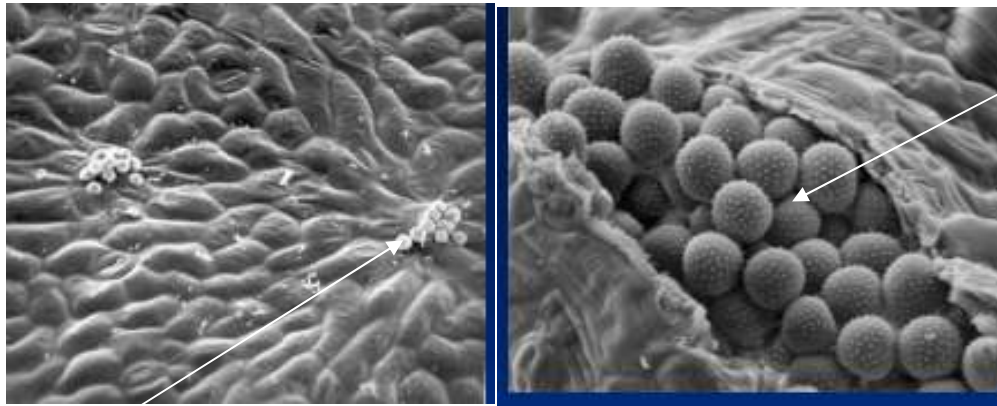
# Sumber inokulum mikroorganisme patogen:

- Tanah:
  - Bakteri, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*,
- bagian tanaman yang terinfeksi:
  - benih, stekan, umbi, bonggol.
- sisa tanaman yang sakit:
  - *Alternaria*, *Phytophthora*
- inang alternatif:
  - karat pada gandum: *Barberis vulgaris*
- Inang lainnya (polifag):
  - Virus: BCMV, PVY, embun tepung dll.

# Cara sampainya inokulum mikroorganisme patogen ke tanaman:

- **melalui beberapa cara:**
  - **angin:**
    - embun tepung & embun madu, karat
  - **air:**
    - bakteri, *Colletotrichum* spp. *Fusarium*
  - **Tanah:**
    - *Rhizoctonia*, bakteri, *Sclerotinia*
  - **Serangga vektor:**
    - virus: Potato virus Y oleh aphid: *Myzus persicae*
  - **bahan tanaman:**
    - virus: BCMV, TMV
  - **peralatan:**
    - TMV, bakteri, jamur,
- **Beberapa jenis patogen dapat menggunakan kekuatannya untuk mencapai inangnya:**
  - larva nematoda, zoospora

# Tipe inokulum dan cara masuk patogen tanaman



A

B

Dua kelompok zoospora dari penyakit embun tepung pada 2 stomata daun. B. Uredospora dari penyakit karat.

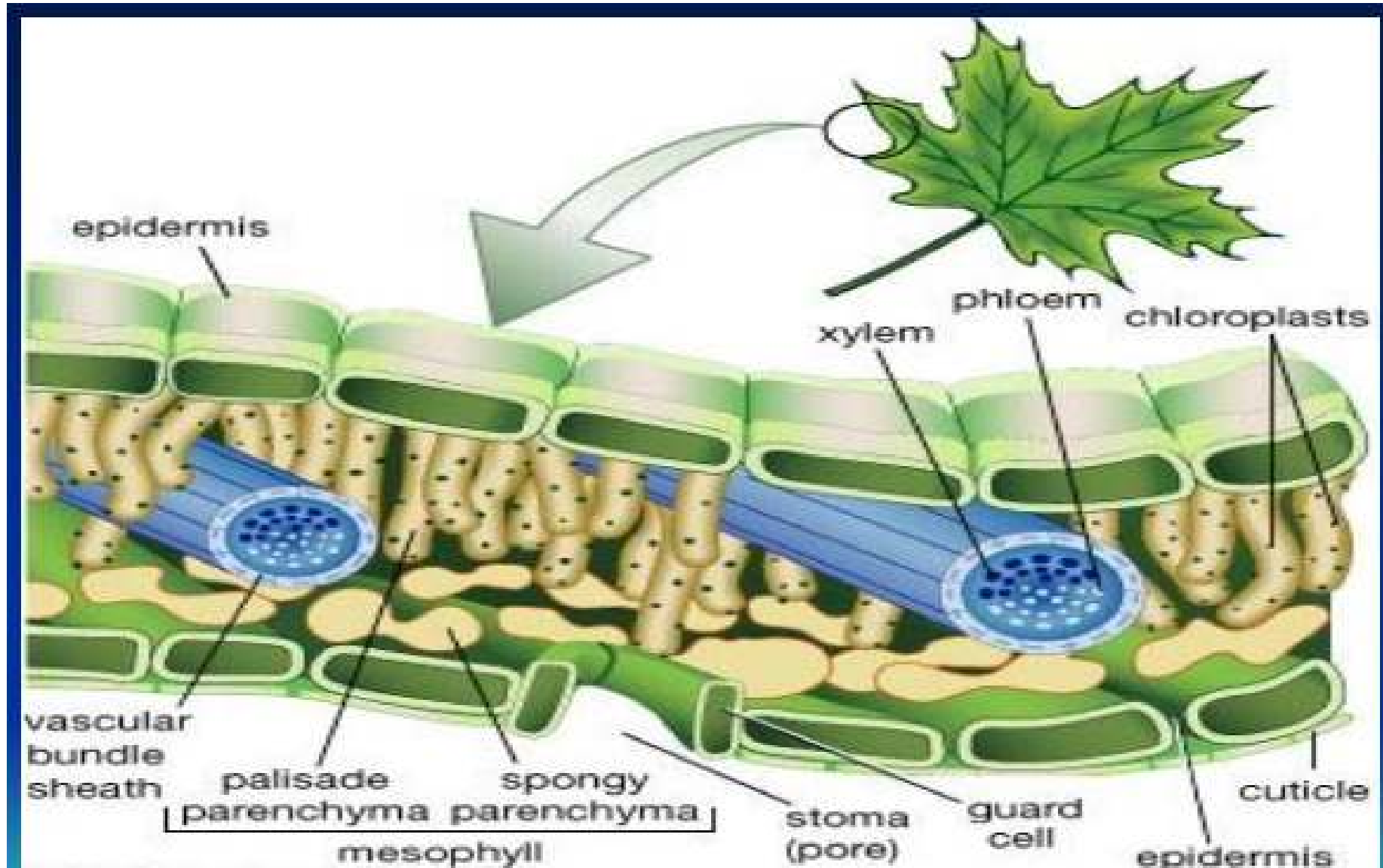


C

D

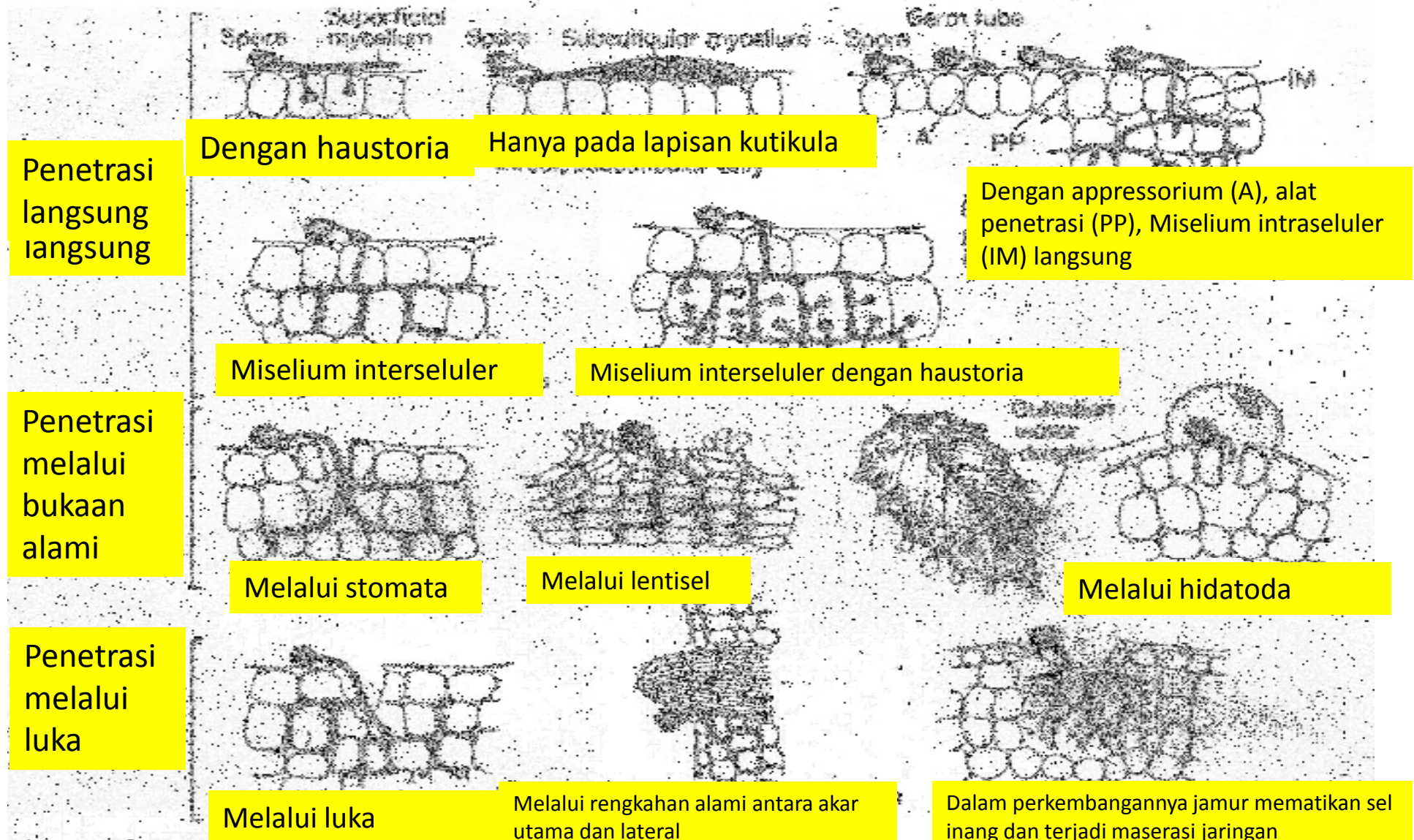
- C. Konidia dari jamur penyebab bercak daun pada jagung. D. Bakteri *Pseudomonas syringae* penyebab bercak bakteri disekeliling stomata daun cheri

# Struktur daun

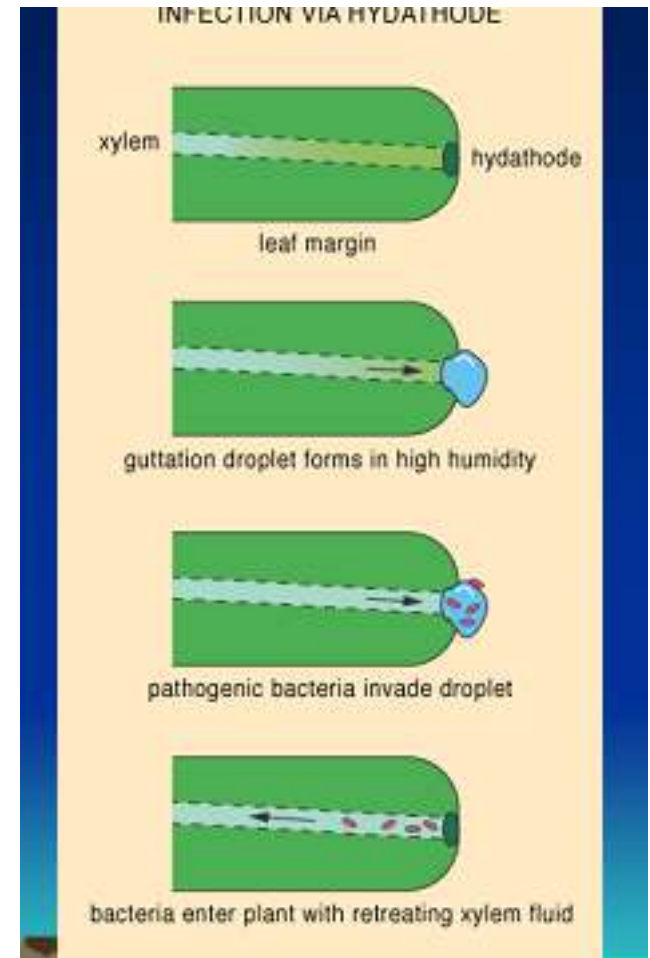


# Penetrasi tanaman:

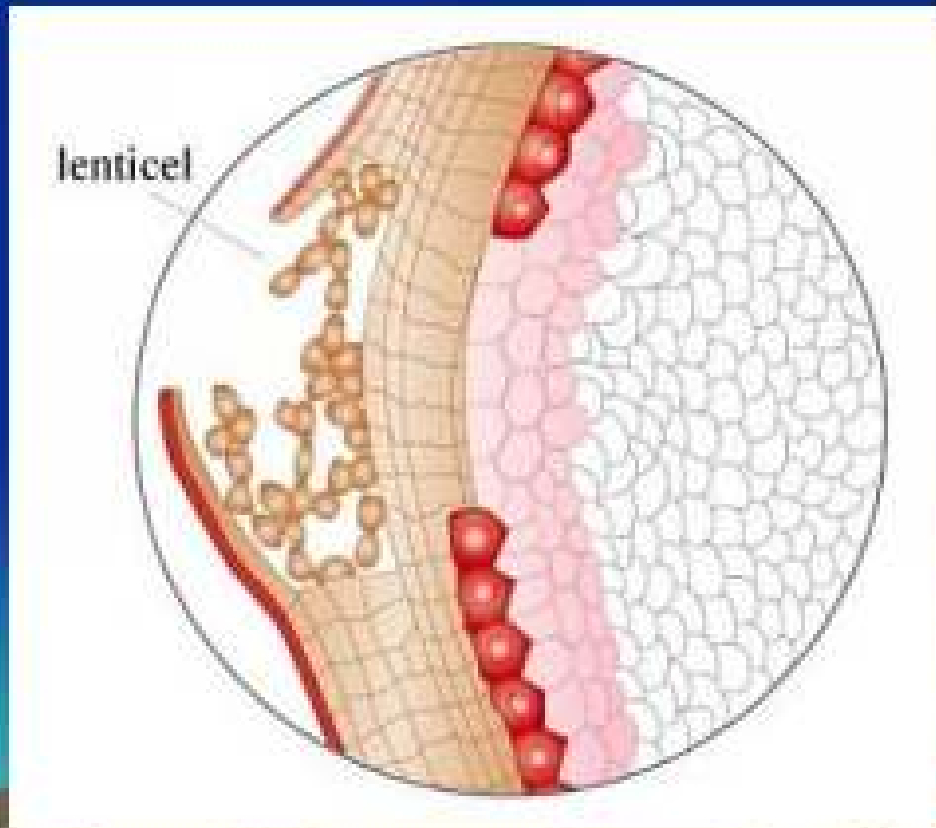
## 1. jamur patogen



# Melalui hidatoda

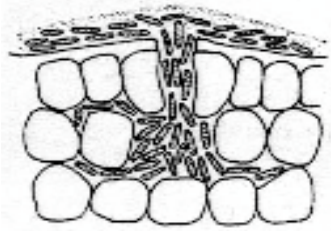


# Lenti sel

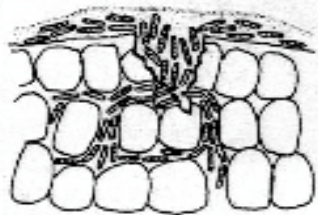




## 2. bakteri dan nematoda patogen



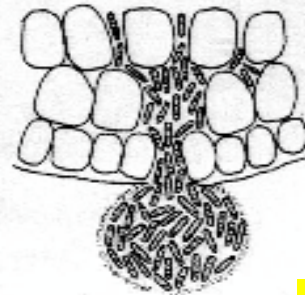
Melalui stomata



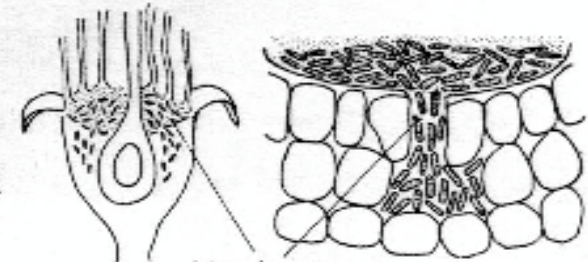
Melalui luka



Melalui hidatoda



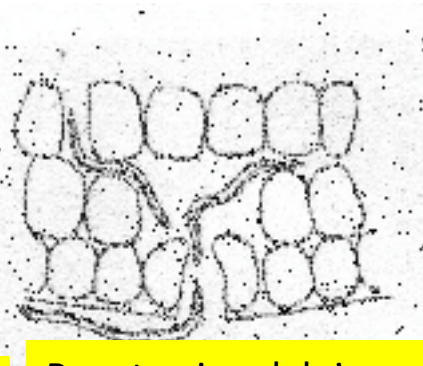
Melalui nektar dan nektartoda



Penetrasi langsung nematoda ektoparasit

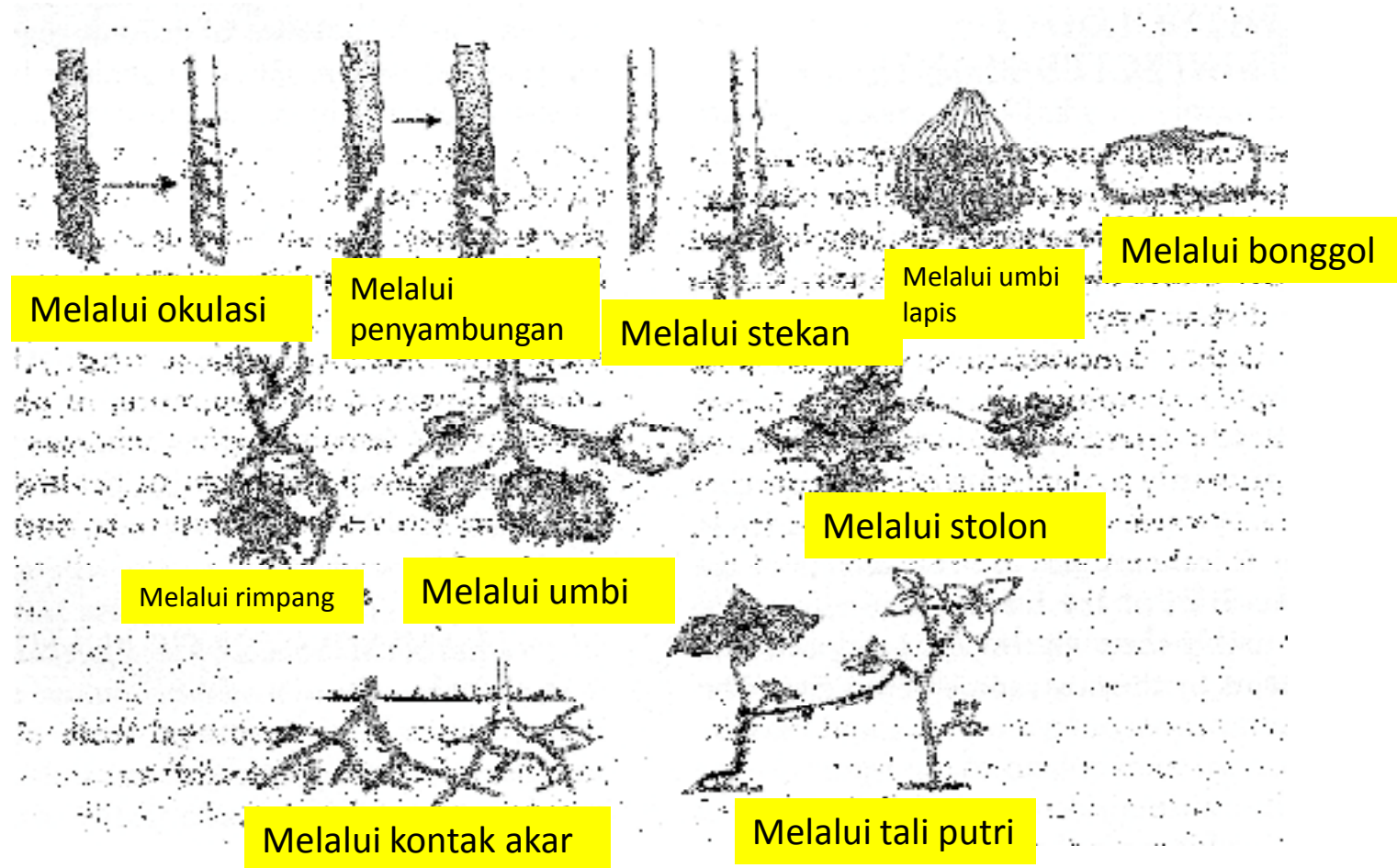


Penetrasi langsung nematoda endoparasit



Penetrasi melalui stomata oleh nematoda endoparasit

Cara masuk virus, phytoplasma, dan patogen lainnya melalui perbanyakan tanaman secara vegetatif, kontak akar dan tali putri

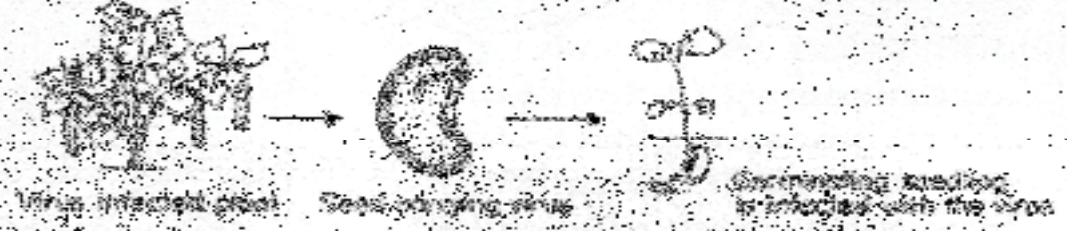


# Transmisi virus melalui kontak langsung, penanganan, benih dan serbuk sari

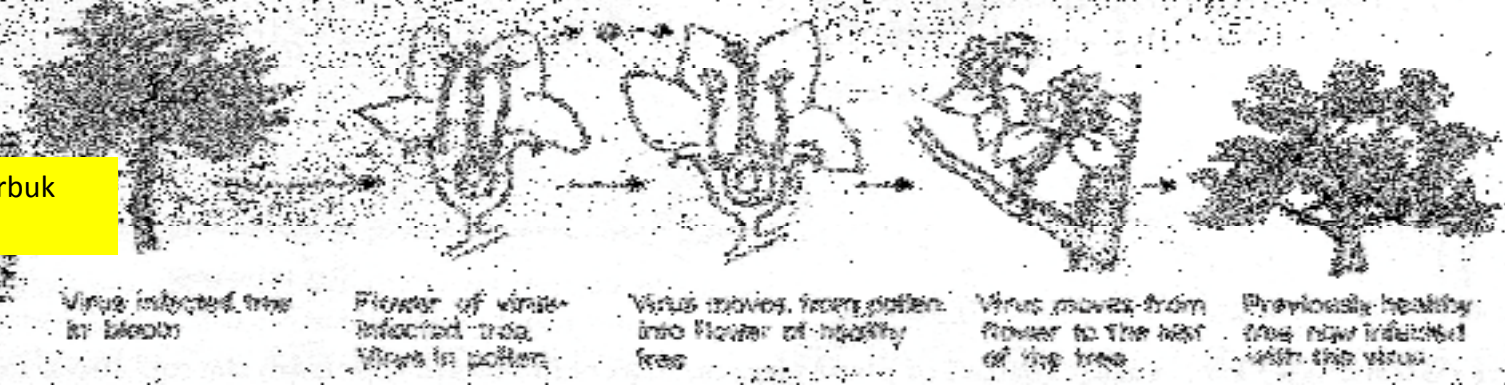
Melalui kontak



Melalui benih

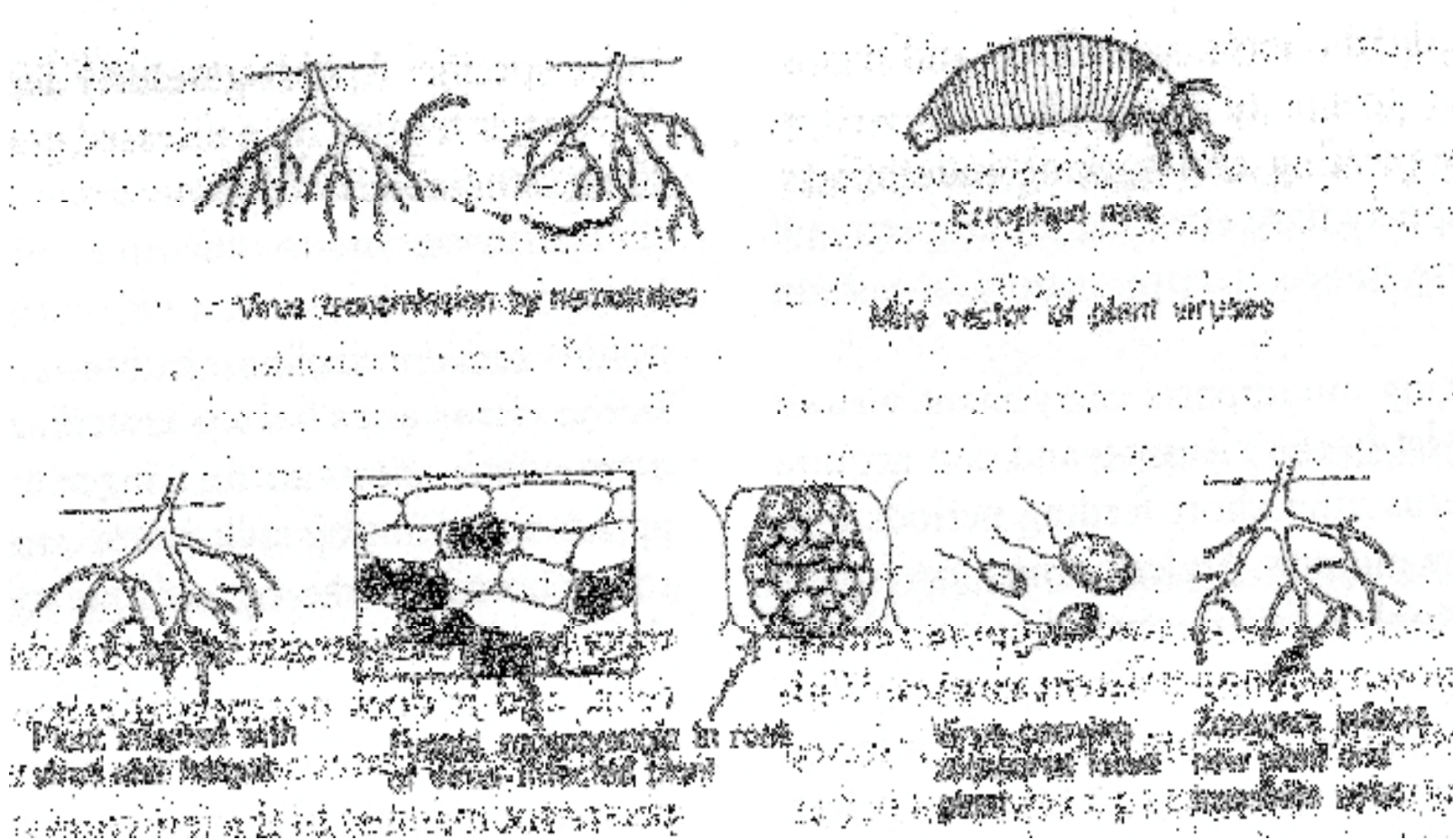


Melalui serbuk sari

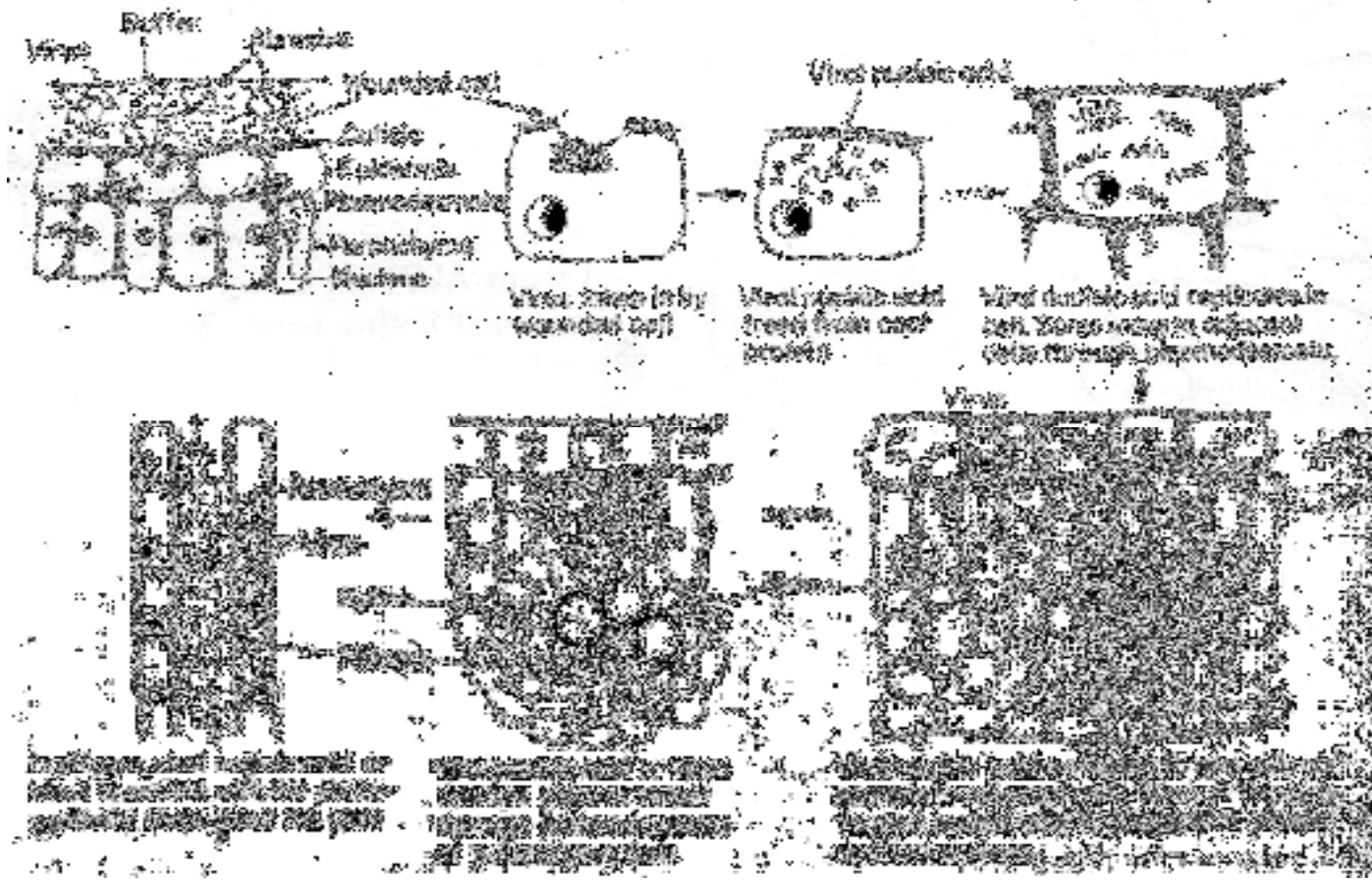




# Transmisi virus melalui nematoda, tunggau dan jamur



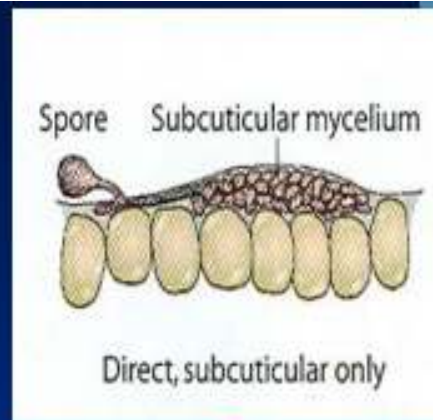
# Cara masuk virus melalui inokulasi mekanis dan pergerakannya dalam jaringan tanaman yang terinfeksi



# Cara infeksi



Ectoparasites: powdery mildew

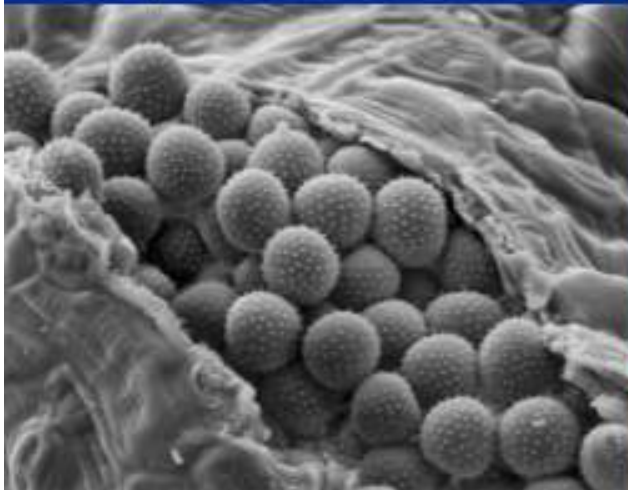


Sub cuticular: Apple scab

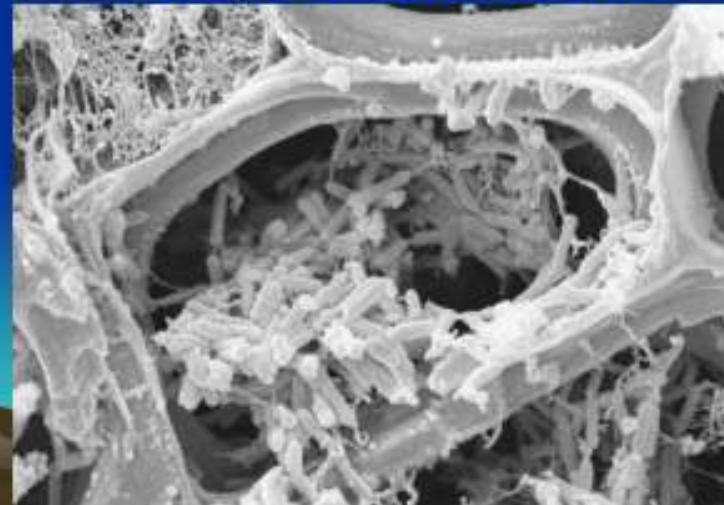


## Invasion behaviour

Sub epidermal: Wheat rust



Endoparasites: bacteria in xylem vessels



# Reproduksi

## Two general forms of reproduction

### 1. Asexual spores

**Conidium** (pl. conidia) :an asexual, non-motile fungal spore that develops externally or is liberated from the cell that formed it



An acervulus  
Conidia



Conidia



Conidia of *Helminthosporium* (*Dreschlera*)



Conidia of powdery mildew



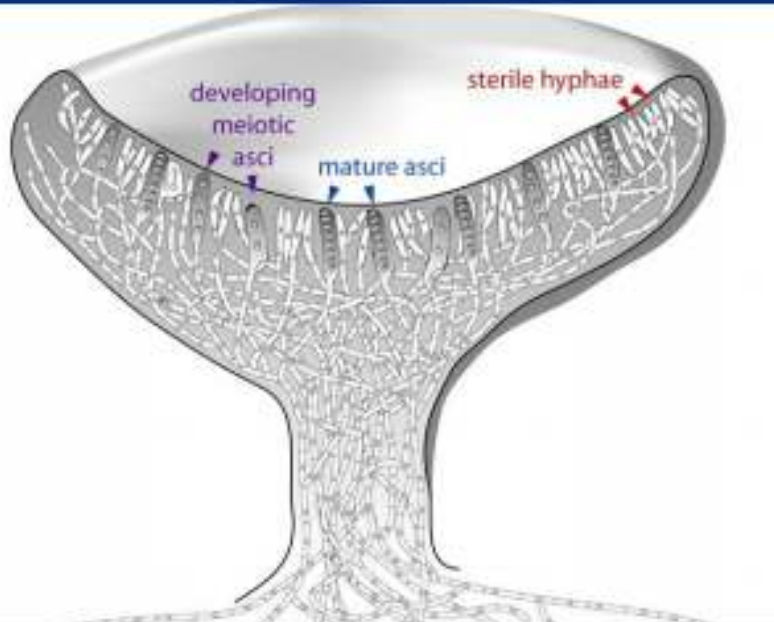
# Spora seksual



An apothecium produced by *Sclerotinia*



Oospores formation in *Phytophthora* result from sexual recombination.



Cleistothecia in powdery mildew

# Beberapa jenis penyakit tanaman oleh mikroba

Organisme penyebab	Tipe mikro-organisme	Tanaman inang	Penyakit
<i>Heterobasidion</i>	jamur	Pinus	Busuk hati
<i>Ceratocystis</i>	Jamur	Pohon Elm	Penyakit Dutch elm
<i>Puccinia graminis</i>	jamur	Gandum	Karat
<i>Phytophthora infestans</i>	jamur	kentang	Busuk daun
<i>Erwinia amylovora</i>	Bakteri	Apel, pear	Hawar gosong (Fire blight)
<i>Pseudomonas syringae</i>	Bakteri	banyak	khlorosis
<i>Agrobacterium (Rhizobium) tumefaciens</i>	Bakteri	banyak	Bengkak pangkal batang (crown gall)
<i>Cephaleuros</i>	ganggang	Kopi, kakao, jeruk	Pada daun
<i>Meloydogine javanica</i>	Nematoda	banyak	Bengkak akar
Tobacco mosaic virus	virus	tembakau	Penyakit belang (mosaik)

# 1. Gejala penyakit oleh virus

- Daun bergaris, bercak, bintik
- Menguning, mosaik
- Sapu setan, ruas memendek
- kerdil



**Tom RSV pada geranium**



**PStV  
pada kacang  
tanah**



**Plum Pox Virus  
pada Peach**

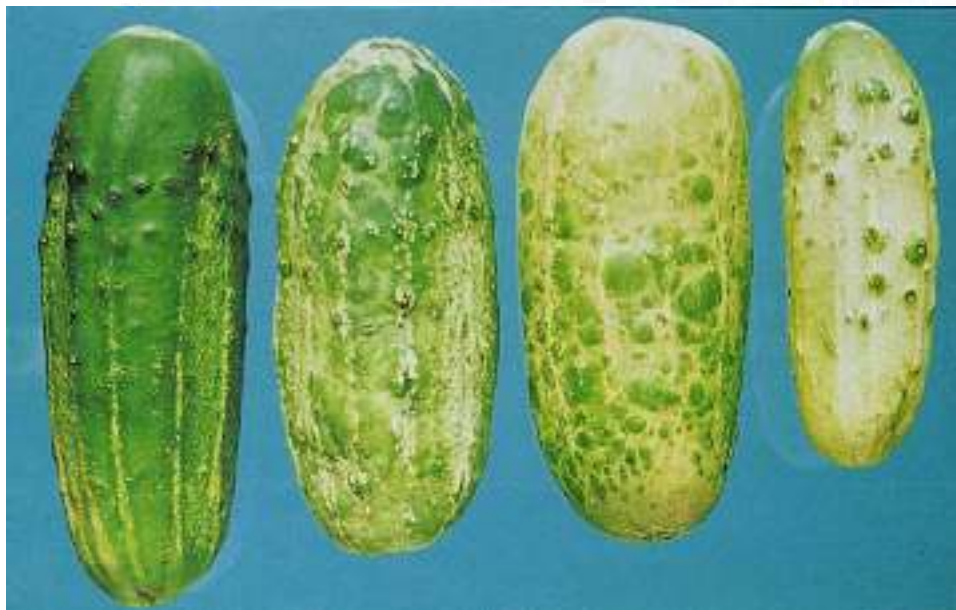
The Plant Disease Diagnostic  
Clinic, Cornell University



# Camelia mosaic virus



Potato leaf roll virus pada kentang



Cucumber mosaic virus pada mentimun



Tobacco mosaic virus pada kentang

## 2. Gejala penyakit oleh bakteri



Layu bakteri pada tomat  
oleh *Ralstonia solanacearum*

[pathology.tamu.edu/Textlab](http://pathology.tamu.edu/Textlab)



Penyakit busuk buah pada semangka oleh  
*Acidovorax avenae* pv. *citrulli*



Images courtesy of UGA  
Extension Plant Pathology

Penyakit kanker bakteri pada  
jeruk oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*

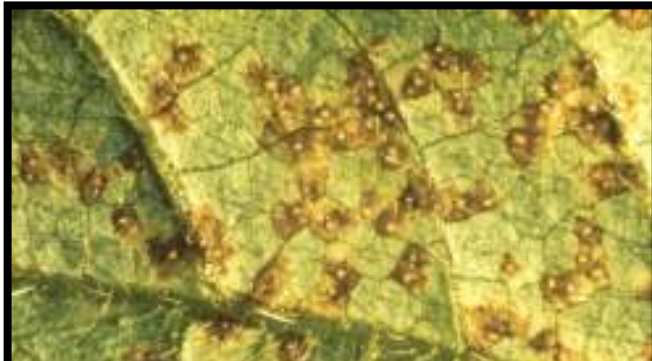
### 3. Gejala penyakit oleh *Phytoplasma*

- menginfeksi pembuluh floem dan menyebabkan gejala sistemik, dan mematikan tanaman
- Penyebab menguning pada kentang (A), menguning dan kerdil pada stroberi (B), menguning, sapu setan dan pembentukan akar adventif pada wortel (C, D dan E)



**FIGURE 13-58** Aster yellows symptoms on various host plants. (A) Yellowish and stunted foliage on potato plant. (B) Yellowing and stunting of strawberry plant. (C-E) Aster yellows-infected carrots produce smaller roots and proliferation of stems (A and B), while in the field they stand out by their yellowish-red color, stunted growth, and witch's-broom appearance of their stems and leaves. [Photographs courtesy of (A) E. Kempall, Oregon State University, (B) and (D) Plant Pathology Department, University of Florida, and (C) and (E) R. J. Howard, WCPFN.]

# 4. Gejala penyakit oleh jamur



Penyakit karat pada daun kedelai oleh *Phakopsora pachyrrhizi*



Busuk batang *Rhizoctonia* pada kacang tanah



Penyakit Blast pada daun dan leher malai padi



Penyakit busuk buah kakao oleh *Melanophthora roreri*

FIGURE 11-94 Cacao pod rot caused by *Melanophthora roreri*. (A) Early infection of pod. (B) Clump of cacao pods infected severely with the pod rot disease. (Photographs courtesy of Int. Instit. Trop. Agric. Ebadan, Nigeria.)

## 5. Algae: *Cephaleuros* pada daun, ranting dan buah pear

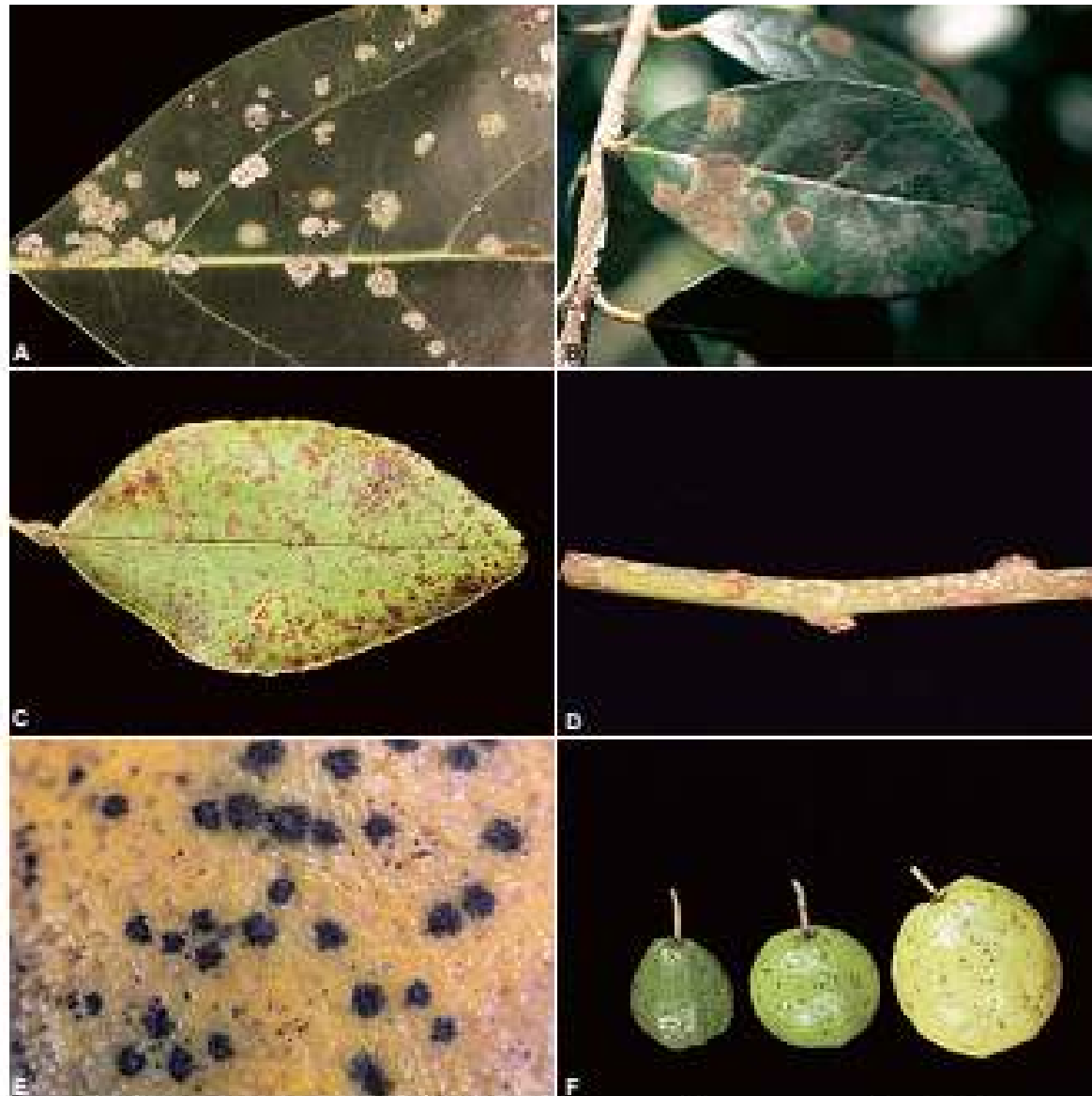


FIGURE 13-11 Parasitic green algae (*Cephaleuros* sp.) symptoms usually appear as spots on leaves (A–C), but sometimes appear as spots on stems (D) and on fruits (E and F). [Photographs courtesy of University of Florida.]



# 6. Nematoda



Penyakit layu pada pinus oleh nematode *Bursaphelenchus xylophilus*

## Soybean Cyst Nematode by *Heterodera*



Varietas rentan



Penyakit bengkak akar oleh Nematoda *Meloydogine*



# Peranan mikroorganisme dalam produktivitas pertanian

Tim Mikrobiologi Pertanian  
2016



## Capaian pembelajaran

- Mahasiswa mampu untuk:
  - ? mendeskripsikan berbagai cara agar mikroorganisme dapat digunakan dalam memperbaiki kesuburan tanah dan pengendalian organisme pengganggu tanaman
  - ? menjelaskan cara mikroorganisme menyebabkan penurunan produksi tanaman

# UNSUR UMUM PERTANIAN BERKELANJUTAN



## Mikroorganisme:

- berperan penting dalam produksi tanaman.
- sering digunakan untuk meningkatkan produktivitas tanaman
- tetapi banyak pula jenisnya yang menyebabkan penyakit pada tanaman sehingga menurunkan produktivitas tanaman

# 1. Peranan dalam kesuburan tanah

- 1.1. Mikroba tanah dan pertumbuhan tanaman
- Mikroorganisme tanah dapat merubah nutrisi organik yang kompleks menjadi senyawa yang sederhana dan bisa diserap tanaman untuk pertumbuhannya.
  
- 1.2. Mikroba tanah dan struktur tanah
- Berbagai jenis mikroorganisme tanah, mampu mengikat agregat/tanah,
- bisa dikelompokkan dari tingkatan tinggi ke rendah:
  - jamur > aktinomisetes > bakteri penghasil gum > ragi.
- jamur (*Rhizopus*, *Mucor*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Rhizoctonia*, *Aspergillus*, *Trichoderma* dan
- Bakteri: *Azotobacler*, *Rhizobium*, *Bacillus* dan *Xanthomonas*.

# Diversity of microbes in the rhizosphere

Nutritional group	Rhizosphere (log CFU g <sup>-1</sup> )	Bulk soil (log CFU g <sup>-1</sup> )	R/B ratio
Ammonifiers	8.70	6.60	125
Gas-producing anaerobes	5.59	4.48	13
Anaerobes	7.08	6.78	2
Denitrifiers	8.10	5.00	1,260
Aerobic cellulose degraders	5.85	5.00	7
Anaerobic cellulose degraders	3.95	3.48	3
Spore formers	5.97	5.76	1.6
<i>Azotobacter</i>	<3.00	<3.00	—



- **1. Mikroorganisme sebagai pupuk hayati**
- [?] banyak jenis mikroorganisme yang berperan sebagai pupuk hayati
- [?] digunakan untuk meningkatkan produktivitas tanah, baik melalui:
  - pengikatan nitrogen bebas,
  - peningkatan pelarutan fosfat dalam tanah ataupun
  - merangsang pertumbuhan tanaman melalui sintesis senyawa pemacu pertumbuhan.
- [?] Sumber utama adalah bakteri, jamur, dan sianobakteria (blue-green algae).
- Umumnya bersimbiosis dengan tanaman sehingga saling menguntungkan.
- [?] Tanaman yang berasosiasi dengan:
  - jamur dikenal dengan mikoriza,
  - bakteri dikenal dengan rhizobakteria , dan

# Biofertilizers

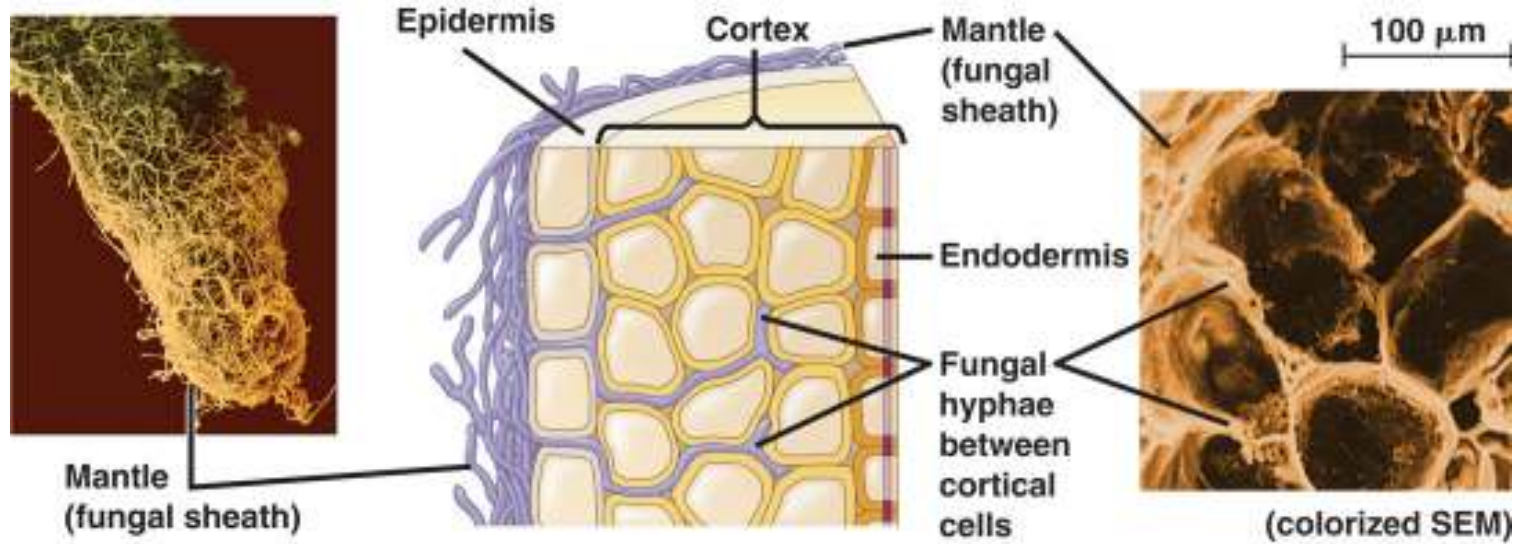
- contribution of microorganisms to soil fertility;
- groups of biofertilizers,
  - organisms that fix atmospheric nitrogen - free-living, aerobic, symbiotic,
  - endophytic bacteria organisms solubilising and mobilizing mineral phosphates;
  - actinorhizal nodules;
- Bacterial biofertilizers;
  - *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter diazotrophicus* - phosphobacteria and *Frankia*;
- algal fertilizer, blue green algae; *Azolla*,
- mycorrhizal biofertilizers
  - ectomycorrhizae,
  - endomycorrhizae,

- **1.1. Mikoriza**

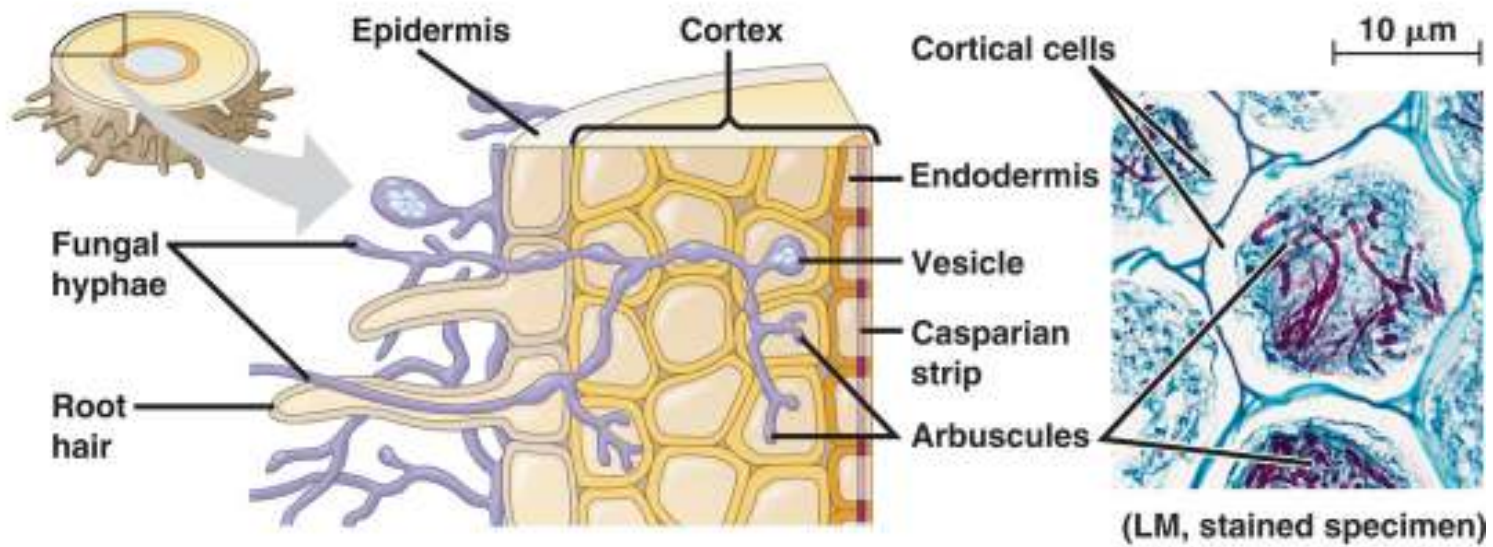
- Tanaman yang bermikoriza sangat toleran terhadap temperatur tanah yang tinggi, berbagai jenis patogen tular tanah dan akar, dan keracunan logam berat.

- ☐Aspek yang menguntungkan setelah aplikasi mikoriza:

- ☐Peningkatan produktivitas
- ☐Peningkatan keseragaman tanaman
- ☐Penurunan kerusakan bibit yang baru dipindahkan
- ☐Penurunan penggunaan pupuk dan fungisida buatan
- ☐Peningkatan ketahanan terhadap penyakit
- ☐Memacu pertumbuhan tanaman
- ☐Memacu pertunasan dan pembungaan



(a) Ectomycorrhizae

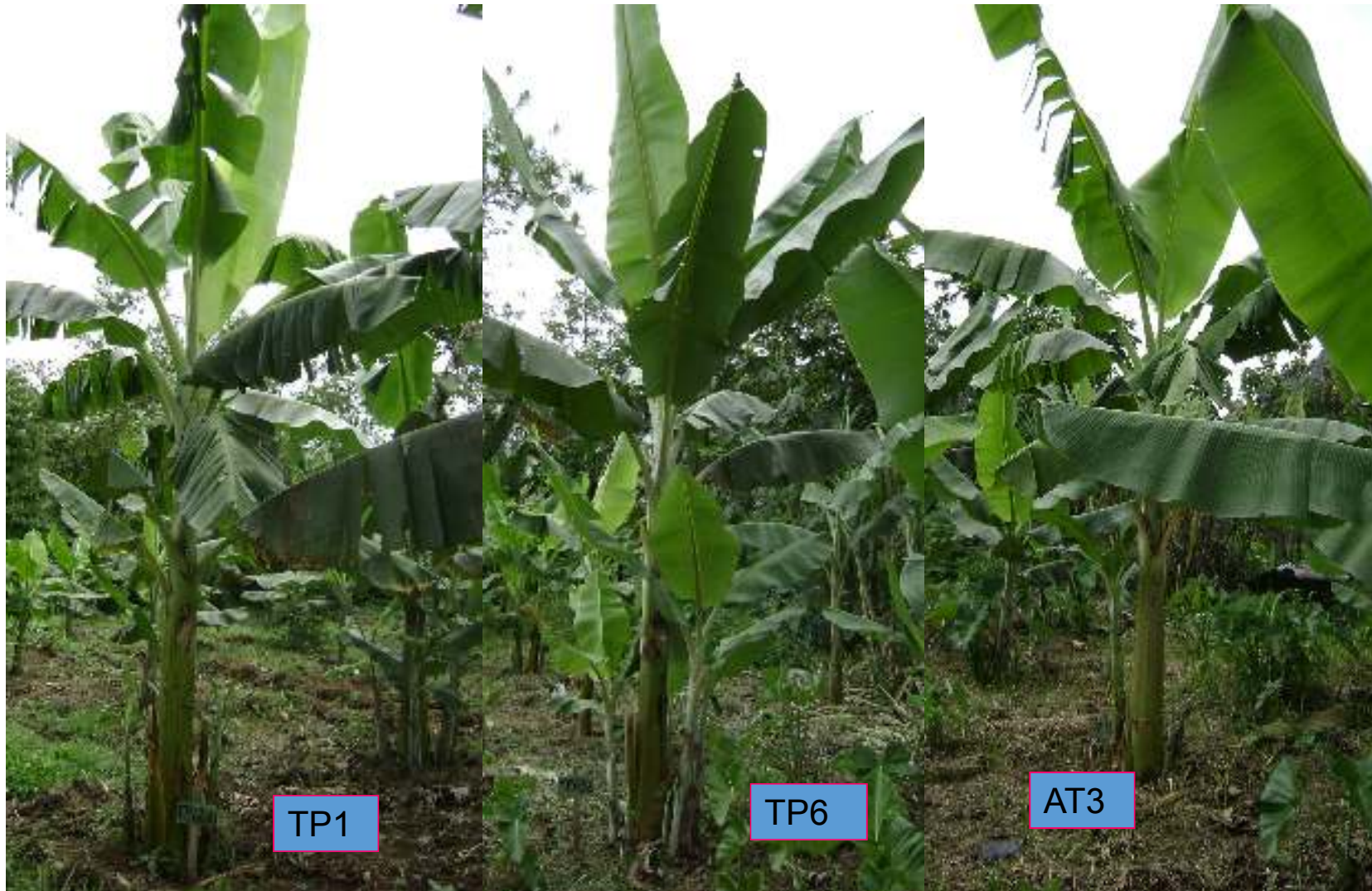


(b) Endomycorrhizae

Mycorrhizae (white) growing on a root

2.5 mm





Tanaman pisang umur 44 MSA di lahan endemik BDB. Tabek Panjang Kec. Baso



Akar tanaman yang bermikoriza dan spora (tanda panah)



Skema perbandingan akar yang bermikoriza dan yang tidak



Perakaran tanaman pisang dengan aplikasi CMA dan kontrol pada 60 hst.

Tabel 3. Rata- rata Hasil panen tanaman pisang di lahan endemik T.Panjang

Perlakuan/Jenis mikoiza	Kepok			Tanduk		
	Berat tandan (kg)	Jumlah sisir	Jumlah buah	Berat tandan	Jumlah sisir	Jumlah buah
Isolat TP	14.08	7.83	125.83	29.10	7.00	122.00
Isolat PU	14.57	8.88	137.80	28.88	8.00	120.00
Isolat AT	10.00	6.00	86.00	28.50	7.00	120.00
Kontrol	Belum berbuah	-	-	-	-	-
<i>Glomus fasciculatum</i>	Belum panen	-	-	-	-	-





## 1.2. Rizobakteria

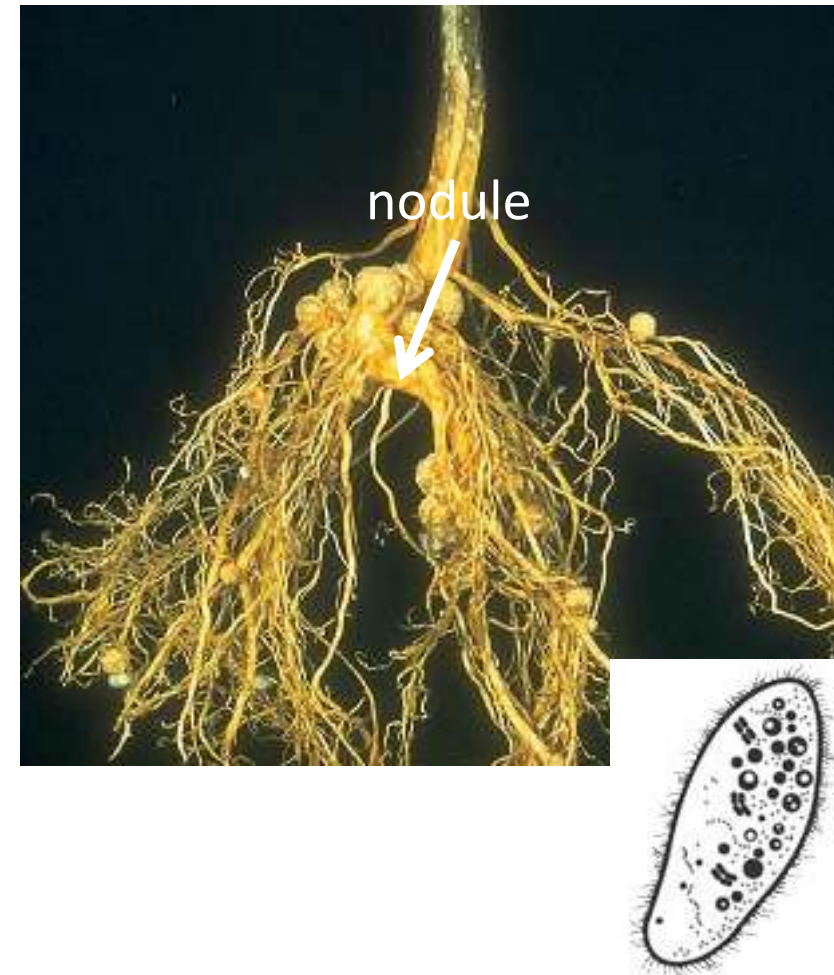
- **1.2.1. Rhizobium**

- merupakan bakteri yang digunakan sebagai biofertilizer.
- Hidup dalam tanah membentuk bintil akar dan membantu penyediaan nitrogen untuk pertumbuhan tanaman.

## Nitrogen Fixing Bacteria:

- Ditemukan dalam tanah atau pada akar tanaman kacang-kacangan (*clover*, kedelai, ercis dan *alfalfa*).
- Untuk memfiksasi N perlu kadar **oksigen** yang tinggi.
- Lebih banyak mengikat nitrogen pada kondisi adanya cahaya.
- Kemampuan penambatan pada simbiosis *Rhizobium* ini dapat mencapai 80 kg N<sub>2</sub>/ha/thn atau lebih.
- The rates observed are generally high in agricultural systems (463 kg N/ha),
- compared to 0.005 kg/ha for coastal on low-nutrient sands (Lawrie, 1981),
- 7.8 kg/ha for some areas of Jarrah forest (Hansen et al., 1987) and
- 6.4 kg/ha for fertilised *Acacia* (*A. holosericea*) under plantation conditions (Langkamp et al., 1982).

## Nitrogen Fixation by Bacteria

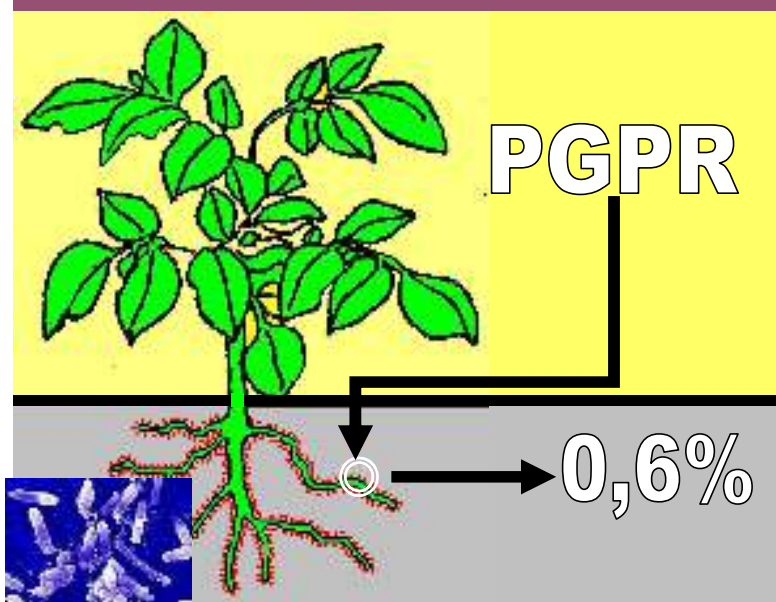


- The Leguminosae
  - constitute the third largest family of flowering plants (Sprent, 2001) with approximately 650 genera and 18 000 species (Polhill *et al.*, 1981).
  - It is the most widely distributed family of flowering plants, occupying habitats ranging from rainforest to arid zones throughout the world (Ravin and Polhill, 1981).
  - consists of three subfamilies,
    - Papilionoideae,
      - constitute 65% of the legumes and are represented by trees, shrubs and herbs distributed from the tropics to the arctic.
    - Mimosoideae
      - are the smallest subfamily, comprising 10% of the legumes.
      - Members of this subfamily are often found in the dry areas of the tropics/ subtropics and consist mainly of trees and shrubs.
    - Caesalpinioideae.
      - The third subfamily, the Caesalpinioideae, comprising 25% of the Leguminosae, are mainly trees growing in the moist tropics.

- The root nodule bacteria (RNB)
  - are currently classified in six genera with a total of 31 species (Wei *et al.*, 2002).
  - All belong to the alpha subdivision of the proteobacteria,
    - *Allorhizobium*,
    - *Azorhizobium*,
    - *Bradyrhizobium*,
    - *Mesorhizobium*,
    - *Rhizobium*,
    - *Sinorhizobium*.
  - with the exception of two novel taxa, which are members of the  $\beta$ -*proteobacteria*
    - *Ralstonia taiwanensis* (Chen *et al.*, 2001) and
    - *Burkholderia* sp. (Moulin *et al.*, 2001),.



## 1.2.2. PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR)



- mengkolonisasi rizosfir (sekitar akar tanaman)
- dapat menghambat serangan hama dan patogen
- Dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman



- Penelitian terdahulu (RISTEK, KKP3T, HIKOM) secara komprehensif berhasil mengendalikan penyakit bakteri pada tanaman bawang merah, kedelai, jahe, menggunakan rizobakteri indigenus (RBI) dari tanaman yang sehat.
- Juga meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman





**GAMBAR BIBIT CABAI YANG  
DIINTRODUKSI RHIZOBAKTERIA DI  
KAMANG MAGEK, UMUR 5 MINGGU  
SETELAH SEMAI**

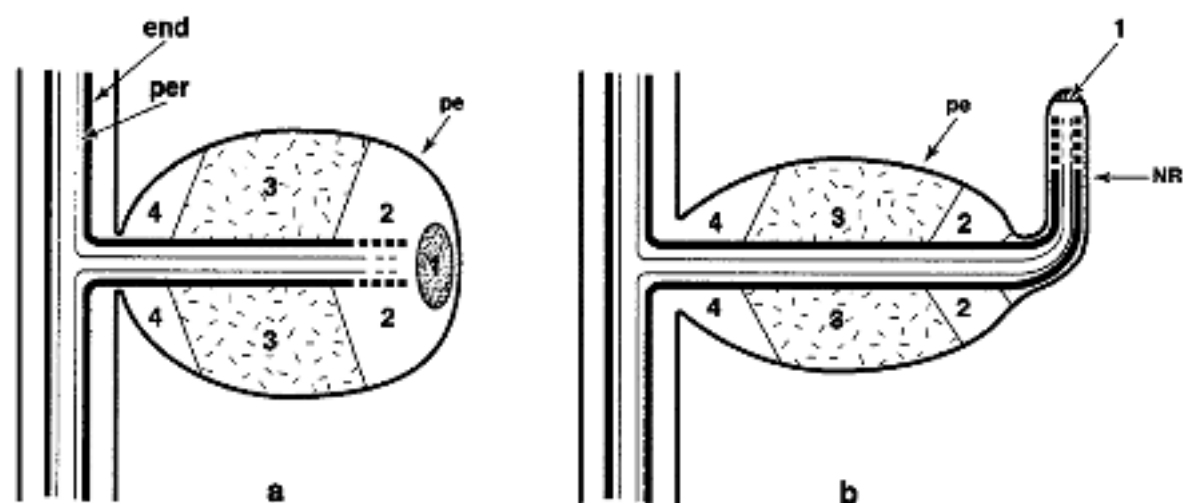
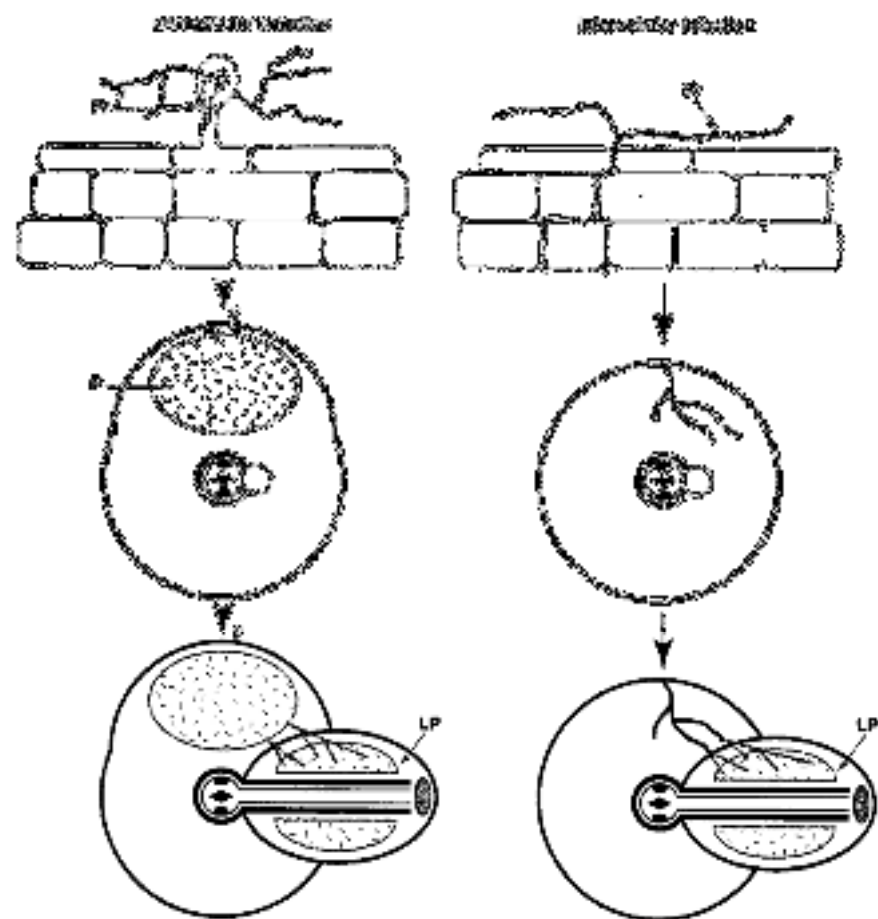


**PERTUM  
BUHAN  
CABAI  
UMUR  
3 BLN  
SETELAH  
TANAM**



## 1.2.3. Actinorhiza

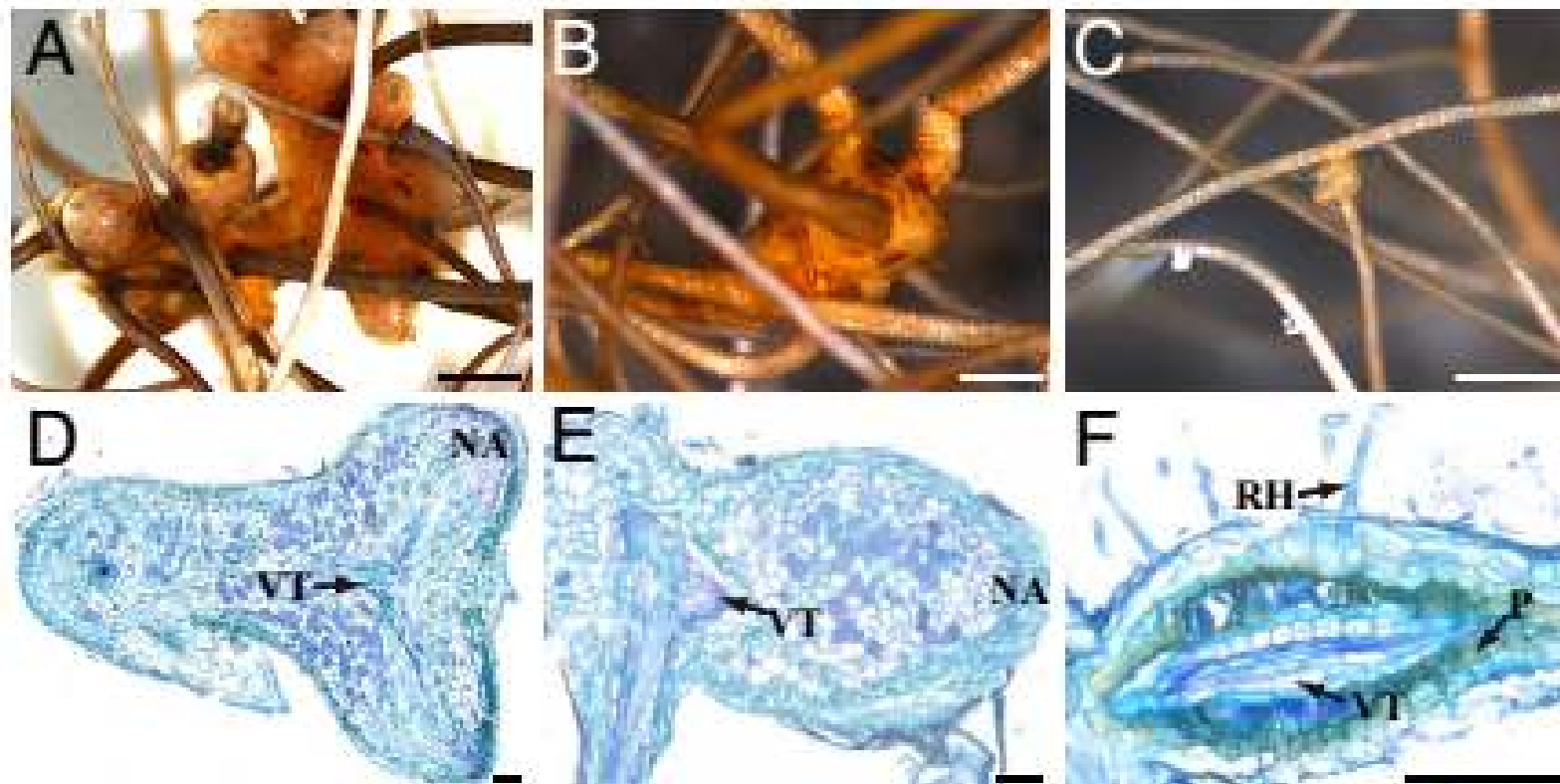
- The genus *Frankia*
  - encompasses sporulating filamentous bacteria (actinomycetes) that fix N<sub>2</sub>;
  - they are defined by their ability to induce N<sub>2</sub>-fixing root nodules on a broad range of 'actinorhizal plants'.
- Actinorhizal plants,
  - are defined by their ability to form root nodules when in symbiosis with *Frankia*.
- Within the root nodule,
  - *Frankia* fixes nitrogen that is transported to the host plant in amounts sufficient to supply most of the plant's nitrogen requirements.
  - This symbiosis allows actinorhizal plants to invade and proliferate in soils that are low in combined nitrogen.
  - Although similar in outcome, the symbiosis differs markedly from the rhizobium-legume symbiosis.
- The overall nodule architecture more closely resembles a foreshortened lateral root rather than a unique plant organ, and the plants have evolved a variety of mechanisms to modulate the levels of free O<sub>2</sub> that would otherwise inactivate nitrogenase (Benson and Silvester, 1993).



**FIGURE 2.** Structure of actinorhizal nodule lobes. Nodule consists of discrete or densely packed lobes. Each nodule lobe is a modified lateral root without root cap, including central vascular tissue, cortical parenchyma infected with *Frankia* and a superficial periderm (pe). A zonation of the cortex with four different zones can be defined (Ribeiro et al., 1995; Gherbi et al., 1997). (1) meristem, (2) infection zone, (3) fixation zone, (4) senescence zone. (end) endoderm; (per) pericycle. a, *Alnus* type lobe. b, *Myrica*, *Casuarina* type lobe. These lobes exhibit a nodule root (NR) at the apex of nodule lobe. Nodule roots are devoid of *Frankia* hyphae.

**FIGURE 1.** Infection and early organogenesis of a nodule lobe in actinorhizal plants. This diagram represents the two known infection pathways (intra- and intercellular infection). Dark lines represent intercellular *Frankia*, while grey lines represent intracellular hyphae. *Intracellular infection* (*Myrica*, *Comptonia*, *Alnus*, and *Casuarina*): *Frankia* hyphae (Fr) penetrate a curled root hair. Concomitantly with the progression of *Frankia*, mitotic activity occurs in cortical cells adjacent to infected root hair. Sustained cell divisions and expansion of infected cells give rise to a region called the pre-nodule (P) producing a small external protuberance. The nodule lobe (LP) is initiated in the pericycle opposite to protoxylem poles. *Frankia* hyphae coming from the pre-nodule progress through root cortex to the young nodule lobe (LP). *Intercellular infection* (*Elaeagnus*, *Ceanothus*, *Cercocarpus*): *Frankia* hyphae penetrate the middle lamella between adjacent root epidermal cells. Infection is followed by intercellular growth of the microsymbiont toward the nodule lobe primordium (LP), where intracellular colonization occurs. In intercellular infection, pre-nodule step has not been reported.





**Fig. 1.** *C. glauca* *SymRK* gene. (A) Genomic structure of *CgSymRK* with indicated predicted protein domains. Exons are depicted as boxes, introns as a black line. SP, predicted signal peptide; EC, extracellular domain; LRR leucine-rich repeat motifs; TM, transmembrane domain; PK, protein kinase domain. Percentages of similarity and identity between *CgSYMRK* and *LjSYMRK* are indicated below each predicted protein domain. (B) Distance tree of predicted SYMRK protein sequences based on a CLUSTALW alignment. Numbers above the branches represent the percentages of 1,000 bootstrap replications. (C) Micrograph of plant tissue. (D) Micrograph of plant tissue with labels NA and VT. (E) Micrograph of plant tissue with labels VT and NA. (F) Micrograph of plant tissue with labels RH and VT.

Table 5.1 Classification of botanical plants<sup>a</sup>

Subclass <sup>b</sup>	Order <sup>c</sup>	Family	# members of genera <sup>d</sup> and # of genera <sup>e</sup>	Genus	Distribution of genera <sup>f</sup>		
Eumetastele	Rosales	Rosaceae	145	<i>Rosa</i>	N. America, higher elevations in C. and S. America, n. Africa, Asia		
		Cunilastraceae	44	<i>Chamaecrista</i>	Australia		
			<i>Cassipouira</i>	(old World) tropical			
			<i>Samanea</i>	Philippines, Mexico, New Guinea			
		Myricaceae	25	<i>Chamaecrista</i>	Indonesia to W. Pacific		
			<i>Leucophaea</i>	n. N. America			
			<i>Rhynchos</i>	mostly mesomediterranean (Mediterranean, Australia)			
		Rosales	Rosales	Rubiginosae	35	<i>Rubus</i>	Europe, Asia, N. America
				<i>Rhynchos</i>	temperate Eurasia		
				<i>Rhynchos</i>	N. America		
Elaeagnaceae <sup>g</sup>	77			<i>Elaeagnus</i>	N. America, esp. California		
	<i>Colletia</i>			n. S. America			
	<i>Elaeagnus</i>			n. S. America, Australia, New Zealand			
	<i>Myrica</i>			S. America (Chile, Argentina)			
<i>Myrica</i>	S. America (Peru, Chile)						
<i>Myrica</i>	N. America						

		Rosaceae	5/100	<i>Cercocarpus</i>	(Andes) w. N. America
				<i>Chamaebatia</i>	California, Baja California
				<i>Dryas</i>	circumboreal, arctic-alpine
				<i>Purshia</i> <sup>h</sup>	w. N. America
Magnoliidae	Cucurbitales	Coriariaceae	1/1	<i>Coriaria</i>	Mexico to S. America, w. Mediterranean
Dilleniidae		Datisceae	1/1	<i>Datisca</i>	w. N. America, s. Asia

<sup>a</sup> Compiled after Baker and Schwintzer (1990), Swensen (1996), Benson and Clawson (2000), and Schwencke and Carú (2001).

<sup>b</sup> According to the classification of Cronquist (1988).

<sup>c</sup> According to the classification of the Angiosperm Phylogeny Group (1998); all of these orders fall in the 'Eurosoid I' group of eudicots.

<sup>d</sup> Number of nodulated genera over the total number of described genera in the family

<sup>e</sup> Compiled from Mabberley (1988) and from the International Plant Names Index (<http://www.ipni.org/>).

<sup>f</sup> *Adolphia* may be actinorhizal, but has not been confirmed (Cruz-Cisneros and Valdés, 1991).

<sup>g</sup> *Talguenea* should be combined under *Trevoa* (Tortosa, 1992).

<sup>h</sup> *Purshia* and *Cowania* have been combined under *Purshia* (Henrickson, 1986).

## 1.2.4. Detoksifikasi tanah

- Pestisida/senyawa kimia yang kontak dengan tanah dapat dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang tidak toksik sehingga bisa mengurangi kerusakan ekosistem oleh pestisida, contoh:
  - Bakteri *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Thiobacillus*, *Achromobacter*, dll.
  - Jamur: *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, dan *Fusarium*.



**Perlakuan limbah dengan bakteri penambat Nitrogen**

## 1.2.5. Pengaktifan beberapa senyawa agrokimia

- Mikroorganisme dapat merubah beberapa senyawa yang tidak beracun menjadi beracun.
- Herbisida, 4-butyrac acid (2, 4-D B) dan insektisida Phorate di dalam tanah berubah dan teraktivasi secara mikrobiologis menjadi senyawa yang beracun terhadap gulma atau serangga.

## **2. PEMANFAATAN DAN PENGEMBANGAN BIOPESTISIDA**

# Microbial control of crop pests and diseases

- Entomopatogen:
  - Bakteri: *Bacillus thuringiensis*. *B. popilliae*
  - Jamur: *Beauveria*, *Metarrhizium*, *Cephalosporium*, *Entomophthora* etc.
  - Virus: nuclearpolyhedral viruses (NPV), cytoplasmic viruses etc.
  - Protozoa,
  - Rickettsiae,
  - PPLO and
  - Nematoda
- Microbial pathogens:
  - plant roots: *Rhizoctonia solani*, *Phomopsis scleraoides*, *Sclerotium*, *Macrophomina*, *Phytophthora* and *Fusarium*
  - Shoots: *Venturia inaequalis*, *Alternaria alternata*, *Erwinia amylovora* and *Ceratosystis parasiticus*
- their control by competition and antagonism;
- Such as: *Trichoderma viride*; *T.harzianum*; *Streptomyces*, rhizobacteria, mycorrhiza and *Thiobacillus*

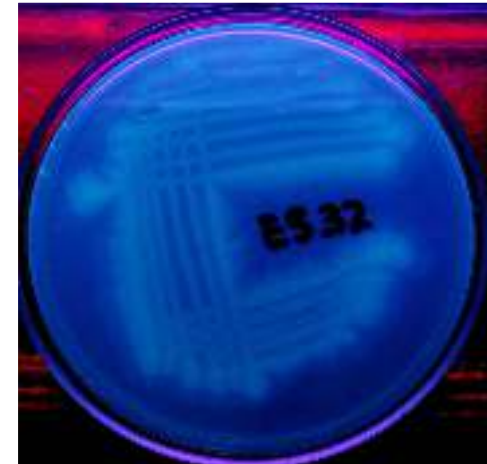
## 2.1. Biokontrol patogen tanaman



*Streptomyces*  
*sp*



*Bacillus subtilis*



*Pseudomonas*  
*fluorescens*

*Trichoderma sp*





**Mekanisme:**

**2.1.1. Induksi ketahanan:**

**Hasil penelitian**



**A**

**B**

**C**

**A. Daun mentimun yang diintroduksi dengan Pf pada benih dan diinokulasi dengan Cucumber Mosaic Virus, terlihat sehat**

**B. Perbandingan, daun yang tidak diintroduksi Pf dan menunjukkan gejala penyakit yang berat**

**C. Hanya tanaman yang diintroduksi Pf yang berbuah (kanan)**



**Pertumbuhan padi yang benihnya diintroduksi dengan Pf (B & C) dan tanpa Pf (A)**

# JAHE YANG DIBERI RIZOBAKTERIA (RB)



**SUMBER RB**



**RB**



**TANAMAN  
YANG DIBERI  
RB (A) DAN  
TANPA RB  
(tanpa  
penyakit) (B),  
(dengan  
penyakit) (C)**





## Uji kemampuan pengendalian patogen tanaman secara *in planta*



A



B

**Gambar Tanaman bawang setelah diintroduksi dengan rhizobakteria isolat JBsh (30 hst). A. Kontrol. B. Diintroduksi dengan Rhizobakteria. Gejala Hawar Daun Bakteri**



**Mekanisme: 2.1.2. Kompetisi antara beberapa isolat *Trichoderma* sp. dengan *Sclerotium rolfii* melalui uji biakan ganda (Elfina, 2001). A. 3 hari setelah inokulasi (hsi). B. 7 hsi**



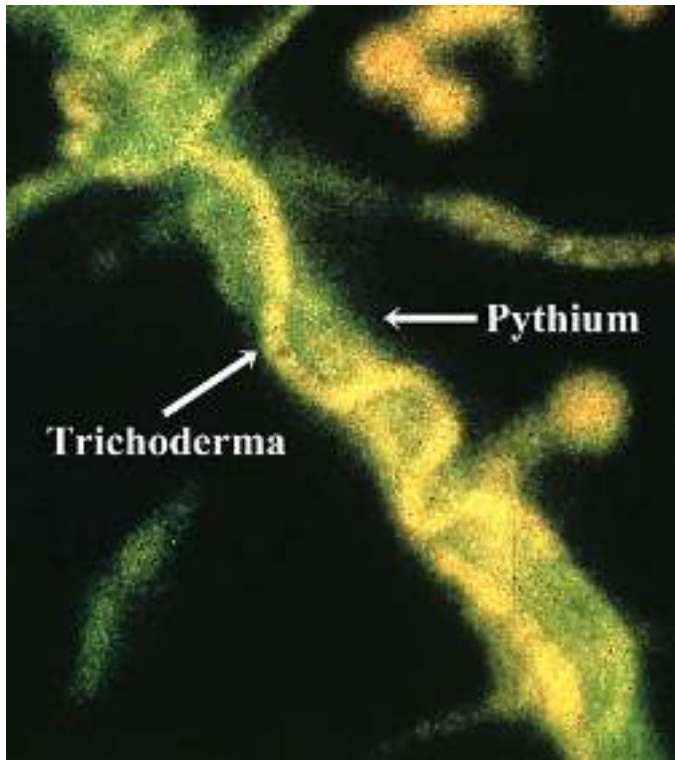
## 2.1.3. Mekanisme parasit

### 2.1.3.1. *Trichoderma* spp.

- Terhadap jamur patogen

1. Melekat pada hifa inang dengan membelit

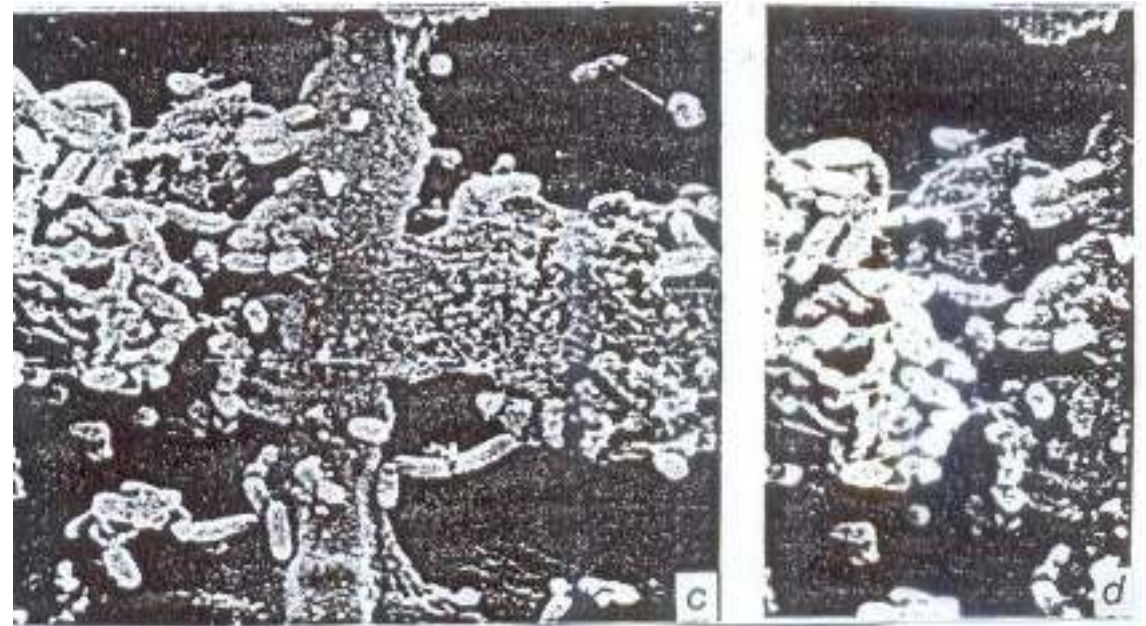
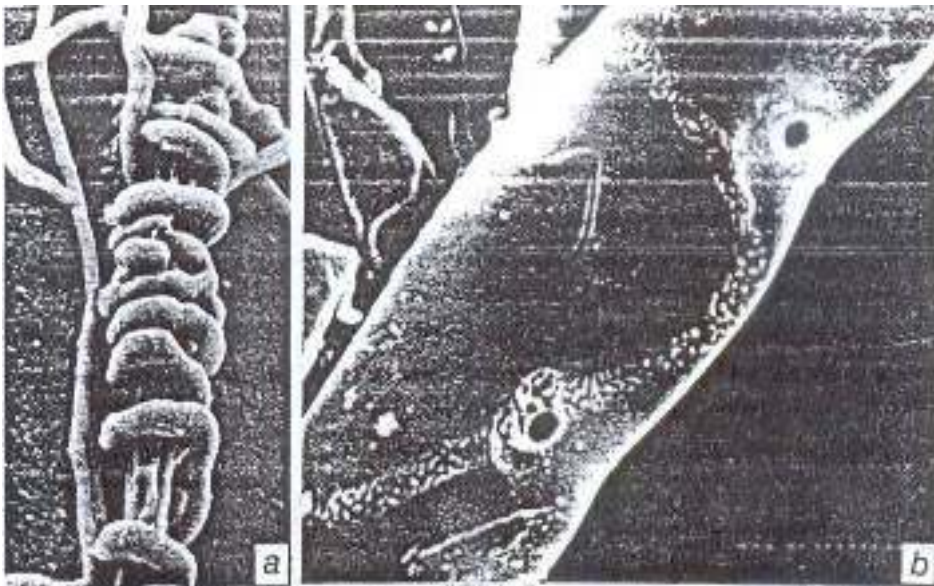
a. Lectin-carbohydrate interaction



(Hubbard et al., 1983.  
Phytopathology 73:655-659).



Pelilitan *Trichoderma* pada hifa pathogen.  
(Plant Biocontrol by *Trichoderma* spp. Ilan Chet,  
Ada Viterbo and Yariv Brotman)



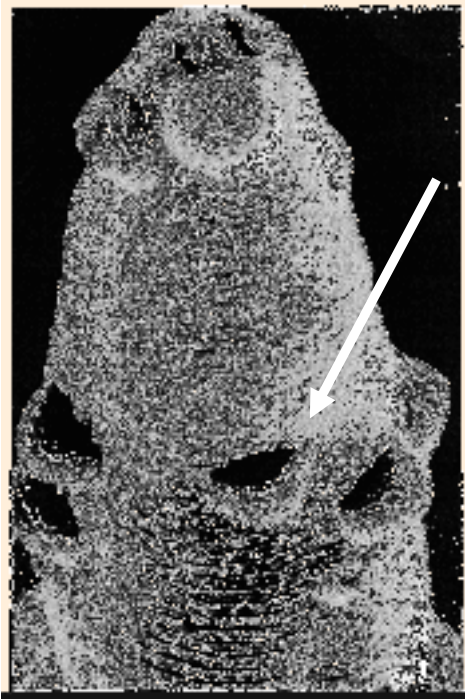
a

b

c

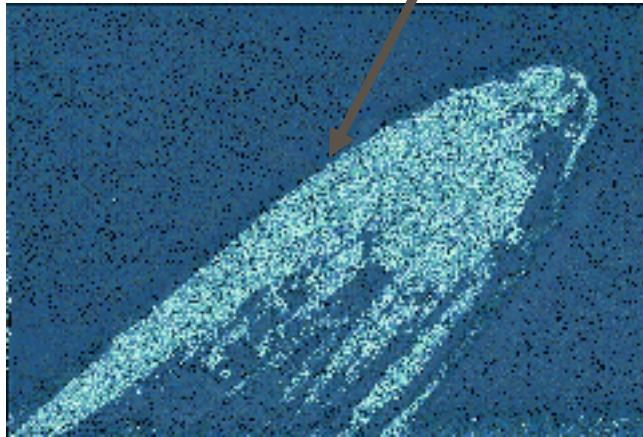
d

Gambar 3.8. a. Hifa dari *Arthrobotrys* mengait sekeliling hifa *Rhizotocnia* yang telah mati dan kolaps (Nokrans-Hertz *et al. cit.* Campbell,, 1989), b. Hifa *Scelerotium rolfsii* yang telah diparasit oleh *Trichoderma*, hifanya telah dihilangkan untuk melihat tempat penetrasi c dan d. Degradasi dinding hifa *G. graminis* oleh bakteri dan hifa yang dikolonisasi oleh bakteri (Campbell, 1989).



*Pasteuria penetrans* (Actinomycete)

Spora yang melekat pada kulit nematoda



Tabung kecambah untuk mempenetrasi kutikula nematoda



## 2.1.3.2. Bakteri Pemasarasi Nematoda

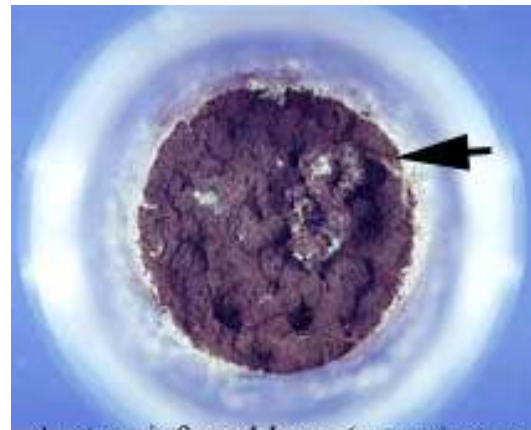


## 2.2. Patogen serangga: 2.2.1. Jamur

*Nomurae rileyi*



Larva completely covered by conidiophores and conidia.



*A. niger* infected larva (arrow) on a grossly contaminated artificial rearing diet.

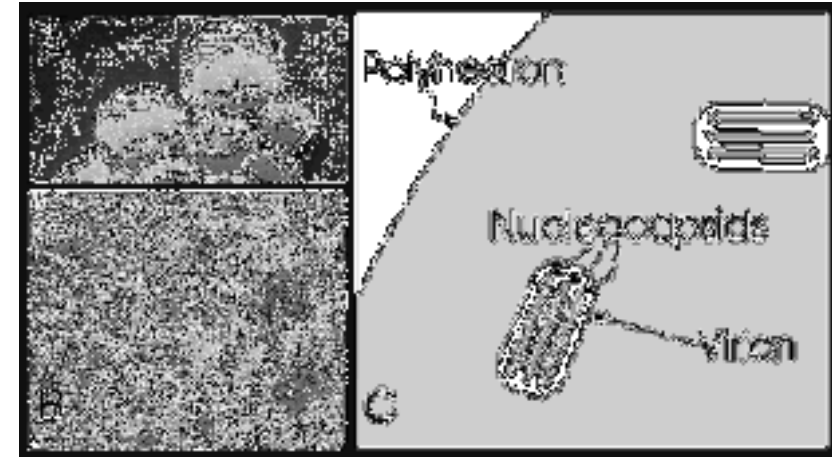


Kumbang terinfeksi cendawan *Beauveria bassiana*

## 2.2.2. Bakteri



Larva kumbang terinfeksi bakteri  
*Bacillus popilliae*



## 2.2.3. Virus

Baculovirus yang  
menginfeksi larva



# PENGENDALIAN MIKROORGANISME



*(Control of Microorganisms)*

**DEFINISI PENGENDALIAN M.O, yaitu semua kegiatan yang bertujuan untuk**

- **Menghambat/mengurangi jumlah atau aktivitas mikroorganisme**
- **Membasmi atau mematikan mikroorganisme (terutama untuk yang terinfeksi m.o)**

# **ALASAN UTAMA** dilakukan pengendalian mikroorganismenya

- Mencegah penyebaran penyakit dan penyebaran infeksi
- Membasmi mikroorganismenya pada tanaman/inang yang terinfeksi
- Mencegah pembusukan dan kerusakan oleh mikroorganismenya

**antimikroba** dapat berupa :

- **MIKROBISIDA** / *Microbicidal agents* (*cide = kill*) → membasmi/membunuh mikroba
- **MIKROBISTATIK** / *Microbistatic* (*static = standstill*) → menghambat pertumbuhan dan multiplikasi mikroba sehingga mencegah peningkatan jumlah mikroorganisme. Mikrobistatik ini tidak membunuh atau membasmi mikroba

- GERMICIDAL adalah istilah yang umum digunakan sebagai bahan yang dapat mengurangi dan menghilangkan mikroorganisme
- BAKTERISIDA → bahan/senyawa yang dapat membunuh bakteri
- BAKTERISTATIK → bahan/senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri
- SPOROSIDA → bahan/senyawa yang dapat membunuh endospora bakteri
- FUNGISIDA ; FUNGISTATIK → ditujukan untuk fungi
- VIRUSIDA ; VIRUSTATIK → ditujukan untuk virus

# PROSES-PROSES YANG DAPAT DILAKUKAN DALAM PENGENDALIAN M.O :

- **STERILISASI** → Kegiatan untuk mengeliminasi semua bentuk kehidupan yang meliputi sel vegetatif, spora dan virus
- **DESINFEKSI** → mengeliminasi/membunuh bentuk-bentuk vegetatif dari sebagian besar organisme yang berbahaya dan patogen, tetapi tidak ditujukan untuk membunuh semua mikroba.
- **SANITASI** → biasanya sanitasi ini sangat diperlukan dalam penyiapan proses di industri makanan atau alat-alat di rumah sakit.
- **ANTISEPTIK** → bertujuan untuk menghambat atau merusak mikroorganisme di permukaan suatu jaringan hidup sehingga dapat mencegah infeksi



# **PENGENDALIAN M.O**

**FISIKA**

**KIMIA**

**BIOLOGI**



- **Secara fisik:**

- ✓ **Tehnik Suhu**

- ✓ **Tehnik pengeringan**

- ✓ **Tehnik osmotik dan plasmolisis**



## Pemanasan Suhu Tinggi

Penggunaan suhu tinggi dapat dikombinasikan dengan kelembapan tinggi.

Usaha ini dapat membunuh mikroorganisme tertentu yang dapat menyebabkan protein-protein terkoagulasi.

## Pemanasan Suhu Rendah

Pada dasarnya suhu diatur pada suhu optimum pertumbuhan mikroorganisme, sehingga pertumbuhan mikroorganisme akan terhambat, sangat bermanfaat pada pengawetan biakan.

# STERILISASI METODE FISIK

## Sterilisasi Panas

**panas kering (dry heat)**

**panas lembab (moist heat).**

Denaturasi enzim, membran sel, DNA, RNA dan ribosom oleh panas lembab terjadi lebih cepat dibandingkan panas kering.

Panas kering dapat mengoksidasi sel, bahkan bila panasnya tinggi dapat mereduksinya menjadi abu.



## **Sterilisasi Panas Lembab (*Moist Heat*)**

Sterilisasi Di Bawah 100°C



**Pasteurisasi**

**Inspisasi**

## Pasteurisasi

Terutama digunakan untuk makanan segar seperti susu, jus buah atau anggur, yang dikawatirkan terkontaminasi saat pemrosesan.

Ada dua metode pasteurisasi:

### ***Flash pasteurization:***

*(HTST=high temperatur short time)*

suhu dinaikan dengan cepat ke 71 °C, dipertahankan 15 detik, cepat didinginkan.

Cara ini lebih menguntungkan karena perubahan rasa lebih kecil, membunuh mikroorganisme tahan panas lebih baik, waktu lebih cepat sehingga untuk sterilisasi produksi makanan lebih menguntungkan.

### ***Batch pasteurization:***

*(LTH= low temperatur holding)*

dipanaskan 63-66 °C selama 30 menit.

Co: *Mycrobacterium tuberculosis* dan *Coxiella burneti*

## Pasteurisasi

Merupakan proses menurunkan populasi mikroba dengan panas ringa

Jadi tidak semua mikroorganismenya terbasmi, tetapi kebanyakan mikroba patogen yang tidak membentuk spora, yang sering ditularkan melalui makanan, seperti bakteri *Salmonella sp.* (keracunan makanan), *Campylobacter jejuni* (gastroenteritis), *Listeria monocytogenes* (Listeriosis), *Brucella sp.* (undulant fever), *Coxiella burnetii* (Q fever), *M. tuberculosis* dan *M. bovis* (tuberculosis) dan beberapa penyakit enterik lain.

Selain itu juga untuk menunda pembusukan.



## ***Ultrahigh temperature (UHT)***

merupakan metode lain untuk sterilisasi susu.

Dengan cara ini susu akan lebih tahan lama dari proses pembusukan.

Caranya adalah dengan pemanasan 134 °C selama 1 – 2 detik.





## Inspisasi

Metode ini terbatas penggunaannya, terutama pada laboratorium, yaitu untuk pembuatan media yang bahan tersebut akan rusak dengan suhu tinggi. Panas yang digunakan adalah 75 – 85 °C, selama 1 jam untuk telur, dan 2 jam untuk serum.

# **Sterilisasi Panas Lembab (Moist Heat)**

**Sterilisasi Pada 100°C**



**Perebusan**

**Penguapan**

**Tindalasi**

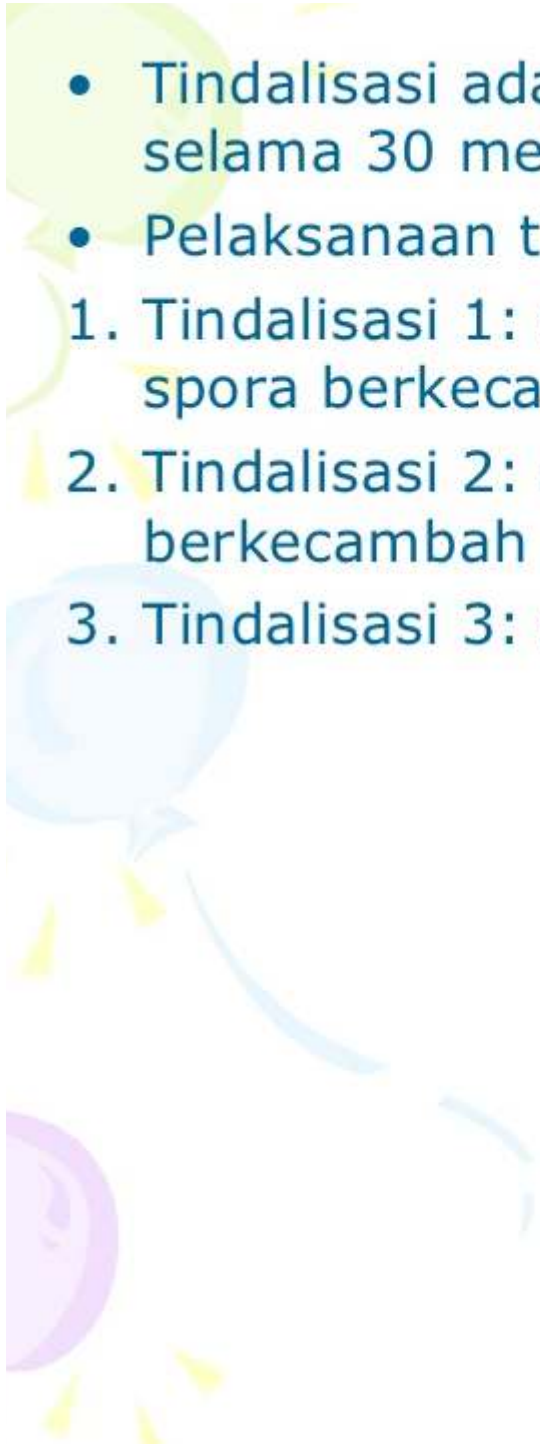
# Boling Water/ Perebusan

- Perebusan selama 30 menit, semua jenis patogen akan terbunuh, kecuali bentuk spora
- Metode ini dapat digunakan untuk sanitasi peralatan bayi, makanan dan pakaian.



# Penguapan

- Uap air akan bersuhu  $100^{\circ}\text{C}$  pada 76 mmHg
- Dengan metode penguapan ini penetrasi uap panas akan lebih mudah menjangkau daerah-daerah tersembunyi material yang didesinfeksi asal tempatnya tertutup rapat.
- Keuntungan lain adalah materi yang disterilkan tidak terendam dalam cairan, sehingga tidak terlalu basah.
- Banyak digunakan untuk desinfeksi peralatan logam, gelas, maupun kain.
- Alat yang biasa digunakan: Arnold Sterilizer

- 
- Tindalisasi adalah pemanasan dengan suhu 80-1000C, selama 30 menit, 3 hari berturut-turut.
  - Pelaksanaan tindalisasi melalui tahapan sebagai berikut :
    1. Tindalisasi 1: sel vegetatif mati, kemudian diinkubasi, spora berkecambah menjadi sel vegetatif.
    2. Tindalisasi 2: sel vegetatif mati, spora yang tersisa berkecambah menjadi sel vegetatif.
    3. Tindalisasi 3: semua sel mati.

## Air mendidih

Menghilangkan semua sel vegetatif mikroba. Metode ini tidak dapat digunakan untuk sterilisasi di laboratorium

## Pasteurisasi

Bertujuan untuk membunuh hanya jenis mikroba tertentu, tetapi tidak membunuh semua mikroba

Kepekaan mikroba terhadap panas lembab dapat digambarkan oleh hubungan antara waktu dan temperatur. Dua istilah yang banyak digunakan oleh ahli mikrobiologi adalah :

**THERMAL DEATH TIME** → adalah waktu yang diperlukan untuk membunuh mikroorganismenya

**DECIMAL REDUCTION TIME** → adalah waktu yang diperlukan untuk mengurangi populasi mikroba sebanyak 90 % (menit).

# **Panas Kering** :

## a) **Oven**

Lamanya pemanasan kering ini tergantung pada besarnya temperatur yang digunakan. Temperatur yang tinggi membutuhkan waktu pemanasan yang lebih singkat/cepat sedangkan temperatur yang lebih rendah membutuhkan waktu yang lebih lama.

## b) **Pembakaran**

Membunuh mikroba dengan teknik pembakaran merupakan pekerjaan yang rutin dilakukan di laboratorium (misalnya : membakar ose)



- Tindalisasi adalah pemanasan dengan suhu 80-1000C, selama 30 menit, 3 hari berturut-turut.
- Pelaksanaan tindalisasi melalui tahapan sebagai berikut :
  1. Tindalisasi 1: sel vegetatif mati, kemudian diinkubasi, spora berkecambah menjadi sel vegetatif.
  2. Tindalisasi 2: sel vegetatif mati, spora yang tersisa berkecambah menjadi sel vegetatif.
  3. Tindalisasi 3: semua sel mati.

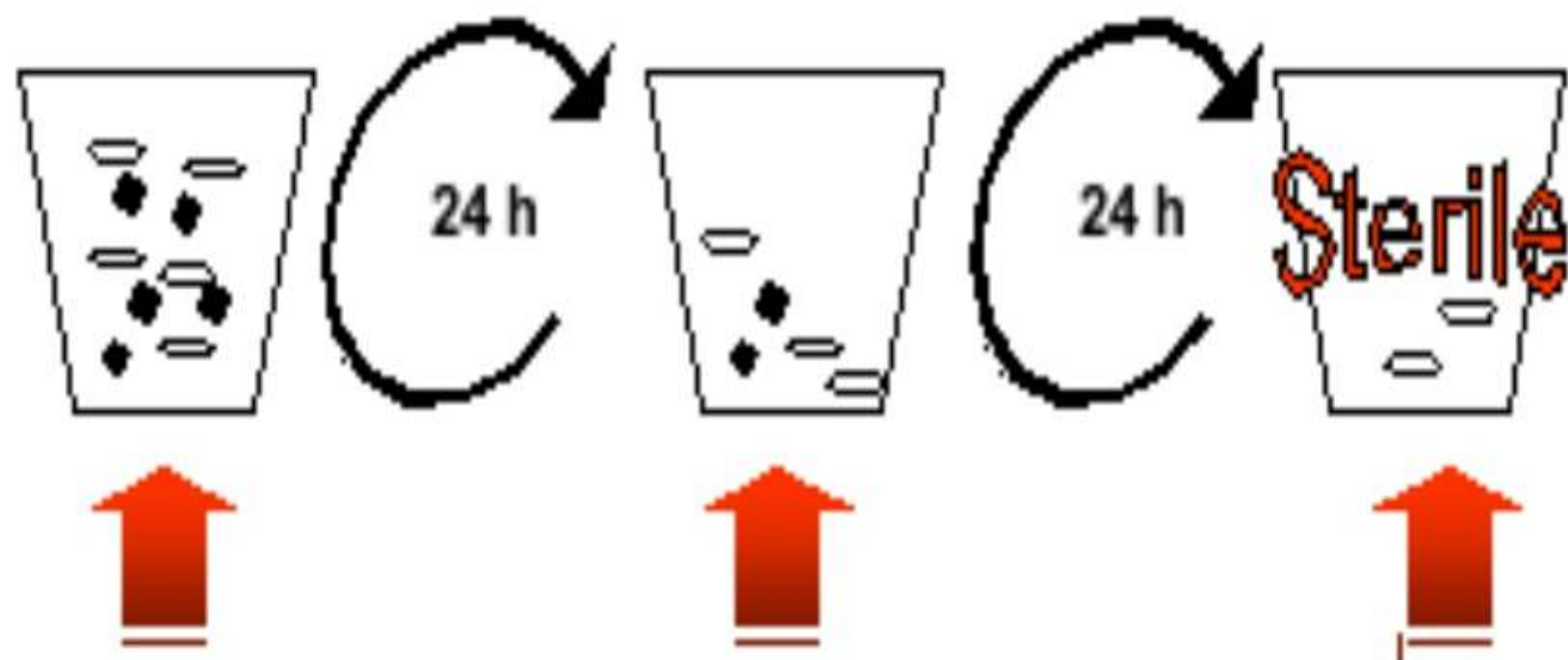
## **STERILISASI BERTINGKAT (INTERMITEN)**

Sterilisasi bertingkat digunakan dengan cara perebusan atau penguapan dengan suhu maksimal 100 °C selama 30 – 60 menit. Kemudian bahan tersebut dibiarkan pada suhu normal selama 24 jam.

Dalam suhu normal tersebut bentuk spora akan berubah menjadi bentuk vegetatif, kemudian dipanaskan lagi dengan cara yang sama dan secara intermiten selama 3 hari.

Metode ini terutama cocok untuk sterilisasi bahan bentuk larutan, misalnya media pertumbuhan bakteri, dan kurang cocok untuk peralatan dan pakaian,

## Intermittens Sterilize Strategy



# Sterilisasi Panas Lembab (Moist Heat)

## Sterilisasi Di Atas 100 °C

Tekanan udara di permukaan laut adalah 1 atm atau 76 cmHg, atau 15 *pound per square inch* (psi).

Pada tekanan normal ini

suhu yang dapat dicapai oleh uap maksimal adalah 100 °C.

Peningkatan tekanan udara akan meningkatkan suhu uap.

Peningkatan tekanan menjadi 15 psi akan meningkatkan suhu 109 °C,

25 psi meningkatkan 115 °C,

30 psi (2 atm) meningkatkan 121°C.

Dari penelitian menunjukkan bahwa dengan suhu 121 °C selama 10 – 40 menit cukup untuk membasmi seluruh jenis mikroorganismenya, termasuk bentuk spora.



Sterilisasi panas lembab bertekanan dapat dilakukan dengan **autoclave**.

Autoclave merupakan peralatan berbentuk silinder metal dengan tutup rapat yang dilengkapi dengan rak untuk penempatan material yang disterilkan di atas air bahan dasar uap dan klep-klep pengatur tekanan dan suhu.

Adanya udara dalam ruang sterilisasi akan mengakibatkan:

- Turunnya suhu pemanasan.
- Udara akan menghambat penetrasi uap ke pori-pori material.
  - Kondensi udara yang lebih padat dari uap cenderung membentuk lapisan bawah autoclave sehingga menghambat pemanasan yang adekuat.



**. Autoclave sederhana dengan bahan bakar gas.**

## Sterilisasi Panas Kering (Dry Heat)

### . Red heat

Merupakan sterilisasi alat-alat logam kecil, misalnya ose, jarum.

Cara: memanaskan diatas api Bunsen sampai berwarna merah.

Nyala api Bunsen dapat mencapai suhu 1.870 °C.

### Flaming dan Incineration

Flaming merupakan metode sterilisasi panas kering menggunakan api atau koil listrik panas atau radiasi infra red.

Suhu yang dapat dicapai berkisar 800 – 6.500 °C.

Terutama digunakan untuk sterilisasi mulut botol atau tabung, tutup botol atau tabung, pipet.

Cara: melewatkannya beberapa kali di atas api.

Istilah incineration

biasanya digunakan untuk sterilisasi dengan panas tinggi, di atas 1.000 °C

dengan tujuan untuk menghancurkan bahan infeksius berbahaya, misalnya jarum, sampel, material kultur, verban luka dan sebagainya,

## **Hot air oven**

**Sterilisasi dengan menggunakan oven sehingga yang bekerja adalah udara panas kering.**

**Waktu sterilisasi yang biasa digunakan adalah 160 °C – 180 °C dengan waktu selama 2 – 4 jam.**

**Dengan panas kering bentuk vegetatif bakteri umumnya terbunuh dengan pemanasan 100 °C selama 60 menit, sedangkan untuk spora jamur 115 °C, spora bakteri 120 – 160 °C.**

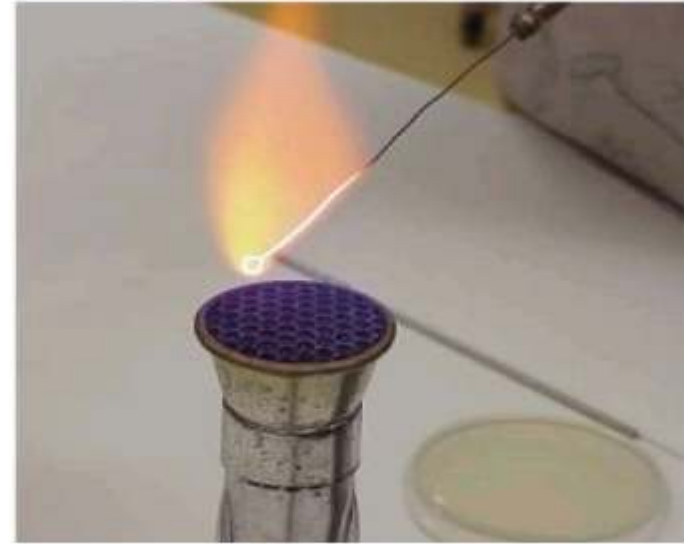
**Terutama untuk mensterilkan alat-alat gelas, bahan minyak, kristal (tepung) yang rusak dengan uap, dan alat logam yang korosif bila menggunakan uap.**

**Metode ini kurang cocok untuk mensterilkan plastik, kain atau kertas.**





**OVEN**



**Red heat**



**Incenerator**

## Hal-hal yang mempengaruhi sterilisasi panas:

Keasaman (pH): membantu sterilisasi.

Untuk praktisnya dapat ditambahkan 2% Na-bicarbonate dalam air untuk merebus peralatan.

Konsentrasi tinggi dari bahan organik (gula, protein dan lemak) meningkatkan resistensi mikroorganismenya.

Sedangkan konsentrasi garam dapat menaikkan atau menurunkan tergantung jenis mikroorganismenya.

Sel yang kering termasuk spora meningkatkan resistensi.

Obyek yang kering memerlukan waktu lebih lama untuk sterilisasi.



Hal-hal yang mempengaruhi sterilisasi panas:

**Spesies dan jenis mikroorganismenya.**

Dengan panas lembab bentuk vegetatif umumnya bakteri, jamur dan virus akan mati dalam pada 80 °C selama 20', tetapi *N. gonorrhoeae* hanya perlu 3 menit, sedangkan *Staph. aureus* perlu waktu 60 menit.

Beberapa pengecualian: *T. pallidum* (43 °C, 10 menit),

Virus poliomyelitis (75 °C, 30 menit),

Virus hepatitis (60 °C, 10 jam),

Spora (121 °C 10 menit).



# Sterilisasi Suhu Rendah

Prinsip dari pemanfaatan suhu rendah dalam kontrol mikroorganismenya adalah untuk menghambat pertumbuhan mereka selama menunggu pemrosesan atau untuk penyimpanan.

Dengan suhu dingin ini, aktivitas seluler mereka berhenti. Beberapa memang terbunuh dengan cara ini, tetapi sebagian besar hanya menghentikan aktivitas selulernya, dan dapat aktif kembali pada suasana yang sesuai.



## Tehnik Pengeringan atau desikasi

akan membunuh kebanyakan bakteri patogen, tetapi beberapa bakteri seperti staphylococcus, streptococcus dan *M. tuberculosis* relative tahan terhadap suasana kering, khususnya bila terlindung oleh nanah atau sputum yang mengering.

Resistensi terhadap kekeringan juga terjadi pada spora (jamur dan bakteri) dan virus (khususnya yang tidak berselubung).

Ada beberapa faktor bertahan hidupnya mikroba:

- o) Jenis mikroba
- p) Bahan pembawa yang dipakai untuk mengeringkan mikroba
- q) Kesempurnaan proses pengeringan
- r) Kondisi fisik (cahaya, suhu, kelembapan) yang di perlukan untuk mikroba yang dikeringkan.



## ***Lyophilization***

merupakan teknik gabungan pendinginan dan pengeringan, digunakan untuk menyimpan mikroorganisme sehingga tahan bertahun-tahun.

Liofilisasi dikerjakan dengan cara mendinginkan mikroorganisme dengan es kering yang kemudian dilanjutkan dengan vakum tekanan tinggi untuk mengisap airnya.

# Tekanan Osmotik Dan Plasmolosis

- Pertumbuhan mikroorganisme umumnya terhambat oleh adanya kadar garam NaCl 10-15% atau kadar gula 50-70%. Penghambat pertumbuhan ini merupakan dasar pengawetan bahan makanan dengan pengasinan atau dengan larutan gula berkadar tinggi. Dengan cara ini sel mikroba akan mengalami plasmolisis dan dehidrasi. Sehingga tidak mampu melakukan metabolisme atau berkembang biak. Jika masih ada yang dapat bertahan, sel-sel tersebut akan berada dalam keadaan dorman.



## Tehnik Sterilisasi Radiasi

↓  
energi yang dipancarkan oleh aktivitas atomik dan dapat menembus benda atau ruang.

Pancaran radiasi dapat berupa gelombang atau partikel.



### **Radiasi gelombang elektromagnet**

berkisar antara gelombang pendek dengan energi tinggi dari sinar gamma dan gelombang radio yang mempunyai gelombang sangat panjang.

Dari berbagai jenis gelombang elektromagnet ini hanya **sinar gamma,**  
**sinar X**

**dan sinar ultra violet**

yang dapat digunakan sebagai alat kontrol mikroorganisme





## Sinar Ultraviolet (Uv)

Bagian radiasi Uv berkisar 15-390 nm, panjang gelombang 265 nm bersifat bakterisida tertinggi. Lampu Uv 260-270 nm banyak digunakan untuk mengurangi populasi mikroba di ruang bedah rumah sakit, untuk pengisian produk steril, dan untuk menghindari kontaminasi produk makanan.

## Sinar X

Bersifat letal pada mikroba maupun makhluk hidup lainnya. Memiliki daya tembus tinggi dibandingkan sinar Uv. Sangat jarang digunakan karena tidak efisien dan berbahaya bagi diri.

## Sinar Gamma

Radiasi sinar gamma yang lebih kuat dari sinar X dipancarkan oleh isotop. Radiasi seperti C0-60 banyak digunakan untuk sterilisasi bahan-bahan tebal dan besar, seperti peralatan media atau bahan makanan. Kelebihan dari sinar X lebih efisien.



## Sterilisasi Filtrasi

Prinsip sterilisasi metode filtrasi sangat sederhana, yaitu dengan melewatkan cairan yang akan disterilkan melalui saringan yang mempunyai lubang cukup kecil, sehingga mikroba tidak mampu melewatinya.


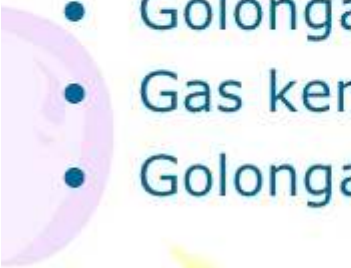
Sterilisasi filtrasi terutama digunakan untuk mensterilkan cairan yang tidak tahan panas, misalnya serum, vaksin, obat, enzim dan sebagainya. Filtrasi juga digunakan untuk menyaring udara ruangan, misalnya HEPA (*high efficiency particulate air*) filters.

# STERILISASI FILTRASI

- Filter Chamberland-Pasteur: berbentuk seperti lilin dan terbuat dari porselein yang berpori halus
- Filter Gelas: berupa piringan yang terdiri atas butiran-butiran gelas yang berpori-pori sangat halus
- Filter Seitz: lembaran terbuat dari bahan asbes dengan ukuran pori tertentu, yang diletakkan dalam bejana anti karat. Sebelum digunakan harus disterilkan.
- Filter Membran(FILTRASI BAKTERIOLOGI): terbuat dari ester selulosa atau bahan polimer dengan diameter pori 0,1-10 mikron
- Filtrasi Udara: digunakan untuk menyaring udara ruangan, misalnya HEPA (*high efficeincy particulate air*) filter.



# SECARA KIMIA/ DESINFEKTAN

- Senyawa fenol dan fenolik
  - Bisfenol
  - Golongan biguanida
  - Golongan halogen
  - Golongan alkohol
  - Logam berat dan campurannya
  - Surfaktan
  - Quat
  - Bahan pengawet
  - Golongan aldehid
  - Gas kemosterilisator
  - Golongan peroksida
- 
- 

## **Senyawa fenol dan fenolik**

Konsentrasi yang digunakan 1%, kekurangannya mengiritasi kulit. Turunan fenol disebut fenolik, contoh: kresol bahan utama pembuatan lisol

### **Bisfenol**

Derivat fenol yang mengandung 2 fenolik, contoh: heksaklorofen. Digunakan pada bayi baru lahir untuk bakteri *Staphylococcus* dan *Streptococcus*.

Kekurangannya dapat memicu kerusakan saraf. Bisfenol lainnya Triklosan bahan antiseptik sabun dan pasta gigi. Contoh: *Pseudomonas aeruginosa*.

### **Golongan Biguanid**

Klorheksidin merupakan contoh senyawa, jika dikombinasikan dengan alkohol atau detergen dapat digunakan untuk mencuci tangan sebelum dan sesudah operasi.

## **Golongan Halogen**

Iodine dan klorin merupakan antiseptik yang efektif, klorin banyak digunakan untuk desinfektan air minum, air kolam renang, dan limbah sampah.

## **Golongan Alkohol**

Efektif untuk jamur dan bakteri, etanol, dan isopropanol merupakan dua jenis senyawa sering digunakan. Etanol yang direkomendasikan adalah yang 70% tetapi untuk 60-95% juga bisa. Etanol murni kurang efektif membunuh bakteri karena proses denaturasi protein membutuhkan air. Isopropanol lebih baik dan lebih murah dari etanol.

## **Logam berat dan campurannya**

Contoh perak merkuri, perunggu, sulfacine (kombinasi perak iodida dan biguanida) seng klorida (untuk obat kumur), seng oksida (anti jamur pada pembuatan cat).



## Surfactan


Surfactan asam ionik berguna untuk disinfeksi peralatan dan perlengkapan produk olahan susu dan makanan.

## Quat



Co benzalium klorida dan setilpiridinum klorida.

## Bahan pengawet



Co sulfur dioksida untuk minuman anggur, natrium benzoat, asam sorbat, dan kalsium propionat. Sejenis antibiotik tertentu spt nisin dan natamisin jg digunakan pada pembuatan keju  
*Mekanisme:.....(cari!!!)*



## **Golongan aldehid**

Co formaldehid dan gluteraldehid. Gluteraldehid pada konsentrasi 2% bersifat bakterisida, tuerkulosida, dan virusida dalam 10 menit dan sporosida dalam 3-10 jam.

## **Gas kemosterilisator**

Merupakan gas yang digunakan untuk mensterilkan ruangan tertutup, seperti etilen dioksida membunuh mikroba dan endospora dalam waktu 4-18 jam

## **Golongan peroksigen**

Co ozon, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dan asam parasetat. Asam parasetat bersifat sporosida dan menghilangkan endospora dan virus dalam waktu 30 menit dan membunuh bakteri vegetatif dan jamur <5 menit. Benzoil peroksida untuk mengobati bisul dan luka yang terinfeksi bakteri anaerob.





# Target seluler antimikroba

baik fisik maupun kimia  
secara umum dikategorikan menjadi 4 golongan, yaitu:

- **Dinding sel**
- **Membran sel**
- **Proses sintesis seluler (DNA, RNA)**
  - **Protein**



# SECARA BIOLOGI

- **Dinding sel**
- **Membran sel**
- **Proses sintesis seluler (DNA, RNA)**
- **Protein**

## Antimikroba yang Berefek Pada Membran Sel

Semua mikroorganisme mempunyai membran sel yang tersusun atas lipid dan protein dua lapis (lipid bilayers), termasuk virus yang berselubung (envelop).

Struktur lipid bilayer merupakan molekul dengan bagian polar (bagian yang larut dalam air, hidroflik)

yang menghadap ke luar,

sedangkan bagian nonpolar menjulur saling berhadapan.

Dengan struktur ini membran akan tidak terlalu mudah dilewati molekul dari luar yang akan masuk ke dalam sel.

Bahan **surfaktan** merupakan molekul polar yang mempunyai bagian hidrofobik dan hidrofilik.

Dengan struktur tersebut bahan surfaktan akan dapat menyisip pada membran sel,

dan masuk ke dalam bagian polar lipid bilayers, membuat **disintegritas** membran tersebut.



## **Antimikroba yang Berefek pada Sintesis Protein dan Asam Nukleat**

Protein merupakan komponen utama sel, sehingga dengan terganggunya sintesis protein pada sel tersebut akan merusak struktur dan fungsi sel tersebut.

Contoh antimikroba yang merusak sintesis sel ini adalah chloramphenicol.

Chloramphenicol akan berikatan dengan ribosom, sehingga translasi protein terganggu.

# Antimikroba yang Merubah Fungsi Protein

Sel mikroba berisi berbagai jenis protein yang hanya berfungsi bila mereka tetap dalam bentuk konfigurasi tiga dimensi yang normal (konformasi), contohnya adalah enzim.

Denaturasi menyebabkan perubahan lipatan bentuk sekunder dan tersier protein, sehingga bentuk kumparan atau tekukannya tidak seperti aslinya. Denaturasi dapat terjadi karena panas lembab atau pengaruh bahan-bahan kimia pelarut organik kuat (mis.: alkohol, asam, dan fenol) atau ion-ion metal yang melekatkan diri pada bagian aktif protein dan mencegah interaksinya dengan substrat yang cocok.

# Pengertian

- Sterilisasi  
Setiap proses kimia atau fisik yang membunuh semua bentuk hidup terutama mikroorganisme
- Desinfeksi  
Membunuh organisme-organisme patogen dengan cara fisik atau kimia dilakukan terhadap benda mati

# Istilah Yg Harus Diketahui

- Antiseptis  
Mencegah pertumbuhan atau aktivitas mikroorganisme baik dengan cara menghambat atau membunuh. dipakai untuk zat-zat kimia terhadap jaringan hidup
- Antiseptik  
Zat kimia yang dipakai untuk maksud antiseptis
- Desinfektan  
Zat kimia yang dipakai untuk maksud desinfeksi
- Sid : Akhiran untuk menunjukkan bahwa zat yang dipakai mampu membunuh ( Ex. Bakterisid )
- Statik : Akhiran untuk menunjukkan bahwa zat yang dipakai mampu mencegah pertumbuhan organisme tapi tidak membunuhnya ( ex . Bakteriostatik )

# Penggunaan Antiseptik dan desinfektan

- Biasa digunakan untuk mencuci tangan dan membersihkan alat-alat kesehatan
- Bahan kimia yang dipakai yaitu yang mampu membunuh organisme yang ada dalam waktu yang tersingkat dan tanpa merusak bahan yang didesinfeksi
- Tidak ada satu merek khusus yang dapat dipergunakan untuk semua macam keperluan
- Pemilihan antiseptik tergantung pada kebutuhanserta efek yang dikehendaki
- Beberapa senyawa ada yang bersifat iritatif terhadap kulit terutama pada kulit yang sangat peka



# Pemanasan Basah

- Otoklaf
- Merebus (Boiling)
- Pasteurisasi

# Otoklaf

- Dengan menggunakan uap air disertai dengan tekanan yang dilakukan dalam alat yang disebut otoklaf
- Alat-alat yang akan disterilkan dimasukkan kedalam ruangan ini
- Didalam otoklaf yang mensterilkan adalah panas basah dan bukan tekanannya

# Merebus

- Merupakan tehnik disinfeksi yang paling mudah
- Waktu yang dianjurkan adalah 15 menit dihitung setelah air mendidih
- Sel vegetatif akan dimatikan dalam waktu 5-10 menit pemanasan tetapi spora dan virus mampu bertahan berjam-jam dengan cara ini

# Pasteurisasi

- Pertama kali diperkenalkan oleh Pasteur
- Tujuannya untuk mengurangi mikroorganisme pembusuk pada susu
- Dapat membunuh kuman tanpa merusak susu
- Suhu yang digunakan adalah sekitar 65 C dan waktunya 30 menit

# Pemanasan Kering

- Pembakaran
- Sterilisasi dengan udara panas
- Radiasi

# Pembakaran

- Merupakan cara sterilisasi yang 100% efektif
- Penggunaannya terbatas
- Biasa digunakan untuk mensterilkan alat penanam kuman
- Bisa digunakan untuk bangkai binatang yang mati

# **Sterilisasi dengan udara panas**

- Dengan memakai oven yang suhunya 160-180 C
- Waktu yang diperlukan 1-2 jam
- Baik digunakan untuk mensterilkan alat-alat gelas seperti piring, pipet, tabung reaksi dsb

# Radiasi

- Dengan memakai sinar ultraviolet
- Panjang gelombang yang membunuh mikroorganismediantara 220-290 nm
- Sifat penetrasinya lemah
- Alat yang akan disterilkan harus ditempatkan langsung dibawah sinar
- Dapat merusak fungsi organisme



# Penyaringan (Filtration)

- Dilakukan dengan mengalirkan cairan atau gas melalui suatu bahan penyaring yang memiliki pori cukup kecil untuk menahan mikroorganisme dengan ukuran tertentu
- Saringan akan tercemar sedangkan cairan atau gas yang melaluinya akan steril
- Umumnya tidak dapat menahan virus
- Dilakukan untuk mensterilkan substansi yang peka terhadap panas

# Antibiotik

- Merupakan suatu substansi kimia yang diperoleh dari atau dibentuk oleh berbagai spesies mikroorganisme yang dalam konsentrasi rendah mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme lainnya
- Yang dipergunakan yang tidak bersifat toksik

# Sifat antibiotika sebaiknya

- Menghambat atau membunuh patogen tanpa merusak host
- Bersifat bakterisid dan bukan bakteriostatik
- Tidak menyebabkan resistensi pada kuman
- Berspektrum luas
- Tidak bersifat alergenik
- Tetap aktif dalam plasma, cairan atau eksudat
- Larut didalam air serta stabil
- Bertahan lama didalam tubuh

# Mekanisme kerja antibiotika

- Mempengaruhi dinding sel  
Penisilin dan sefalosporin
- Merusak membran sel  
Polimiksin dan poliena
- Mengganggu fungsi DNA  
Asam nalidiksat
- Menghambat sintesa protein  
Aktinomisin, Rimfapicin, Streptomisin, Tetrasiklin,  
Kloramfenikol, Eritromisin
- Antagonis Metabolik  
Sulfonamida, Sulfon, Isoniazid



PENGENDALIAN  
MIKROORGANISME

- Mikroorganismen können kontrolliert, gehemmt, oder beseitigt werden aus einer Umgebung.
- Prozess : **STERILISAS**  
Istilah dalam pengendalian mikroorganismen:
  - Sterilisasi : Proses untuk membebaskan suatu benda dari mikroorganismen, baik bentuk vegetatif maupun bentuk spora.
  - Desinfeksi : Proses mematikan semua mikroorganismen patogen yang dapat menyebabkan infeksi.
  - Asepsis : Pencegahan infeksi dengan cara menghambat perkembangbiakan kuman.

- ◉ Bakterisidal : kemampuan mematikan/membunuh bakteri.
- ◉ Bakteriostatik : kemampuan menghambat perkembangbiakkan/pertumbuhan bakteri (bakteri tetap hidup).



## MACAM STERILISASI

### 1. Fisik

- Cahaya matahari
- Pengeringan
- Pemanasan kering
- Pemanasan basah
- Penyaringan
- Radiasi
- Getaran ultrasonik

### 2. Bahan Kimia

- Asam, Basa
- Garam-garam
- Halogen
- Zat-zat pengoksidasi
- Zat-zat pereduksi
- Formaldehida, fenol, sabun, zat warna, dll



## STERILISASI FISIK

### 1. Suhu Tinggi/Pemanasan

Faktor-faktor yg mempengaruhi :

- a. Jenis pemanasan (basah dan kering)
- b. Suhu dan Waktu
- c. Jumlah organisme yang ada
- d. Kemampuan membentuk spora
- e. Jenis bahan/lingkungan mikroorganisme hidup

## PEMANASAN KERING

- Dasar-dasar bakterisidal pemanasan kering :
  1. Denaturasi protein
  2. Kerusakan akibat oksidasi
  3. Efek toksik akibat kenaikan kadar elektrolit

Cara-cara pemanasan Kering :

1. Pemanasan langsung sampai merah: digunakan untuk mensterilkan bhn logam dengan cara memanggangnya di atas nyala api sampai berwarna merah , contoh osse, alat penjepit dari logam, dll)

2. Melayangkan di atas api : bahan yg disterilkan dilayangkan di atas api tanpa harus menjadi panas sekali, misalnya mulut tabung biakan kuman, tutup biakkan, gelas alas, dll.
3. Pembakaran : menghancurkan bahan-bahan yg tidak dikehendaki dengan cepat, misal pembalut atau spreï/selimut yg tercemar, bangkai binatang, bahan-bahan patologis, dll.

#### 4. Sterilisasi dgn udara panas

- Menggunakan udara panas suhu 160°C selama 1-2 jam
- Mensterilkan peralatan laboratorium (peralatan gelas, petri, tabung reaksi, erlenmeyer, pipet, gunting, dll)
- Dianjurkan apabila penggunaan uap bertekanan tidak dikehendaki atau tdk trdpt kontak antara uap bertekanan dengan benda yg akan disterilisasi.

## PEMANASAN BASAH/LEMBAP

Efek pemanasan basah : denaturasi dan koagulasi protein.

1. Uap bertekanan
  - Membunuh spora (untuk pemeriksaan bakteriologis dan proses pembedahan)
  - Alat : autoclaf, ruang uap berdinding rangkap yg diisi dgn uap jenuh bebas udara dan dipertahankan pd suhu dan waktu tertentu/ yg dikehendaki.

- Alat/bhn yg disterilisasi dipanaskan sampai suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15-20 menit pada tekanan 15 pound/inc (atau 1 atm).
- Waktu yg diperlukan untuk sterilisasi bergantung kepada sifat bahan, tipe wadah, dan volume bahan.
- Rongga di dlm autoclaf tidak boleh diisi terlalu penuh supaya terjadi aliran uap yg cukup baik.
- Digunakan untuk mesterilisasi media, bhn dr karet, baju, pembalut, dll.



## 2. STERILISASI BERTAHAP/TINDALISASI

- ◉ Dipanaskan pd suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 3 hari berturut-turut diseling dgn periode inkubasi diantaranya.
- ◉ Digunakan pd media bakteriologis/bhn kimia

### 3. AIR MENDIDIH

- ◉ Sel vegetatif akan terbunuh dalam waktu 10 menit.
- ◉ Spora dapat bertahan selama bbrp jam (tidak membunuh spora)
- ◉ Sifatnya : desinfeksi





## 4. PASTEURISASI

- Diterapkan pada bahan pangan (susu)
- Bertujuan : membunuh bakteri yang tidak dikehendaki tanpa menyebabkan kerusakan nutrisi dalam bhn yg dipasteurisasi.
- Cara pasteurisasi :
  1. Holding method: suhu  $65^{\circ}\text{C}$  30 mnt
  2. High temperature short time (HTST): suhu  $71,7-75^{\circ}\text{C}$  15-16 dtk.
  3. Ultra High Temperature (UHT): suhu  $125^{\circ}\text{C}$ , 15 dtk, atau  $131^{\circ}\text{C}$  0,5 dtk.

## 5. PENANGAS VAKSIN

- ⦿ Membunuh mikroorganisme tidak berspora yg mungkin terdapat dlm vaksin.
- ⦿ Vaksin dipanaskan dengan pemanasan basah selama 1 jam.



## 2. CAHAYA MATAHARI

- ⦿ Mempunyai aktivitas bakterisidal yang cukup baik
- ⦿ Daya kerjanya berdasarkan adanya sinar ultra violet
- ⦿ Cara sterilisasi alamiah pada air wadah terbuka, sungai, danau.

### 3. PENGERINGAN

- ⦿ Mengurangi/meniadakan kandungan air mikroba/lingkungannya
- ⦿ Pengeringan sel mikroba serta lingkungannya sangat mengurangi atau menghentikan aktivitas metabolik, diikuti dengan kematian sel.

- Lamanya mikroorganisme bertahan hidup setelah pengeringan bervariasi, tergantung dari :
  1. Macam mikroorganisme
  2. Bahan pembawa yang dipakai untuk mengeringkan mikroorganisme
  3. Kesempurnaan proses pengeringan
  4. Kondisi fisik (cahaya, suhu, kelembapan) yg dikenakan pd organisme yang dikeringkan.



#### 4. Tekanan Osmotik

- Osmotik : difusi melintasi membran semipermeabel yg memisahkan dua macam larutan dengan konsentrasi solut yg berbeda.
- Dasar pengawetan bhn pangan melalui penggaraman atau menggunakan larutan gula konsentrasi tinggi
- Mekanisme : plasmolisis yaitu sel mengalami dehidrasi sehingga tidak dapat bermetabolisme/tumbuh.



## 5. PENYARINGAN

- Digunakan untuk larutan antibiotik, serum, memisahkan mikroorganisme dari toksin dan bakteriofage, atau menyaring bakteri yang jumlahnya sedikit di dalam suatu cairan.
- Kerugian : virus dan mikoplasma dapat melewati saringan.
- Macam saringan : tabung porselen (Berkefeld/chamberland), filter piringan asbes (Seitz), filter dari gelas berlubang, filter membran (kolodion).

## 6. RADIASI

- ◉ Radiasi ultraviolet, gamma, sinar X, dan sinar-sinar katode (elektron berkecepatan tinggi).
- ◉ Sinar ultraviolet merupakan unsur bakterisidal utama pd sinar matahari yg menyebabkan : denaturasi protein, kerusakan DNA, hambatan replikasi DNA, pembentukan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan peroksida organik di dlm pembenihan, dan merangsang pembentukan kolisin pd mikroorganisme kolisigenik dgn merusak penghambatnya di dlm sitoplasma.





- ◉ Lampu ultraviolet (lampu germisidal) dipergunakan : membunuh mikroorganime pada pembuata vaksin, mencegah infeksi melalui udara pd ruang bedah, tempat-tempat umum dan laboratorium bakteriologis.



- ⦿ Sinar X bersifat lethal bagi mikroorganisme.
- ⦿ Tidak seperti sinar ultraviolet, sinar X mempunyai energi dan daya tembus yg tinggi sehingga tidak praktis digunakan dlm pengendalian secara rutin krn beresiko tinggi thd pengguna.
- ⦿ Sinar gamma lebih berenergi dibandingkan sinar ultraviolet dan sinar X.



- ◉ Sinar gamma digunakan dlm sterilisasi bhn-bhn yg tebal dan besar (misal kemasan peralatan medis atau bahan makanan)
- ◉ Sinar Katode digunakan untuk mensterilkan peralatan bedah serta benda-benda lain.
- ◉ Sterilisasi dpt dicapai dlm waktu singkat.



## STERILISASI KIMIAWI

- Banyak bhn kimia dpt menghambat atau mematikan mikroorganisme.
- Ciri-ciri suatu desinfektan yg ideal :
  1. Aktivitas antimikrobia: kemampuan substansi untuk mematikan mikroorganisme. Pada konsentrasi rendah zat tersebut harus mempunyai aktivitas antimikrobia dgn spektrum luas.

2. Kelarutan: substansi hrs dpt larut dlm air atau pelarut lain.
3. Stabilitas: perubahan yg terjadi pd substansi itu bila dibiarkan beberapa lama hrs seminimal mungkin dan tidak boleh mengakibatkan kehilangan sifat antimikrobialnya dengan nyata.
4. Tidak bersifat racun bagi manusia dan hewan lain: idealnya bersifat lethal hanya untuk mikroorganisme saja.
5. Homogenitas: harus mempunyai komposisi yg seragam bhn aktifnya pd setiap aplikasi.

6. Tidak bergabung dgn bhn organik
7. Mempunyai aktivitas antimikrobia  
pd suhu kamar atau suhu tubuh.
8. Kemampuan untuk menembus  
permukaan suatu benda.
9. Tidak menimbulkan karat dan warna.
10. Mempunyai kemampuan  
menghilangkan bau yang kurang  
sedap.



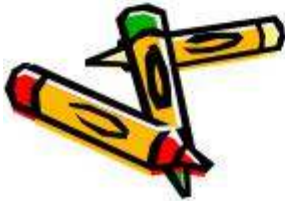
## Sterilisasi

- Pada prinsipnya adalah meniadakan semua mikroorganisme yang ada di suatu media, alat, dan ruang.
- Semua mikroorganisme baik yang patogen ataupun non patogen ditiadakan



## Macam sterilisasi

1. Sterilisasi panas, membunuh mikroba menggunakan suhu tinggi dengan suhu di atas  $100^{\circ}\text{C}$ . Sterilisasi panas memerlukan waktu semakin sebentar seiring dengan semakin tinggi suhu. Cara ini hanya dapat dilakukan pada peralatan yang tahan terhadap suhu tinggi, kadang2 pada bakteri berspora yang tahan suhu tinggi, sistem ini tidak berlaku.





2. autoklaf, adalah cara sterilisasi panas yang digabungkan dalam keadaan lembab dan tekanan yang tinggi. Cara ini dapat membunuh semua mikroorganisme karena suhu sekitar  $121^{\circ}\text{C}$ , dan tekanan 1 atm. Sistem kerja sterilisasi autoklaf adalah panas lembab, sehingga waktu yang dibutuhkan hanya 10-15 menit. Sterilisasi ini dapat digunakan utk semua media dan alat.



3. pasteurisasi, adalah suatu metode sterilisasi untuk media atau bahan yang tidak tahan terhadap panas tinggi. Pada dasarnya cara pasteurisasi tidak membunuh semua mikroorganisme dalam satu waktu, tetapi lebih ditujukan untuk membunuh dulu mikroba patogen seperti *M. tuberculosis*. Cara kerja metode ini memanaskan bahan antara 63-66°C selama 30 menit. Setelah proses tersebut bahan disimpan dan esoknya diulang dengan cara yang sama.



4. Ultra High Temperature (UHT), adalah suatu cara sterilisasi dengan menggunakan suhu yang sangat tinggi di atas  $100^{\circ}\text{C}$ , dalam waktu yang sangat singkat kurang dari 1 menit. Cara ini biasa digunakan untuk bahan atau media yang sangat tidak tahan pemanasan dengan suhu tinggi, karena mengandung kandungan gula yang tinggi seperti misal sari buah.



5. Sterilisasi filter, adalah sterilisasi yang dilakukan dengan menyaring suatu bahan melewati pori-pori saringan yang sangat kecil atau sering disebut dengan membran filter, sehingga mikroorganisme tertahan di permukaan saringan. Cara ini dilakukan terutama untuk bahan yang tidak boleh dipanaskan seperti misal vaksin, darah, dan lain-lain.



## Efek antimikrobal agen terhadap pertumbuhan

Tiga garis besar efek tersebut biasa diterapkan pada fase eksponensial pada kurva pertumbuhan mikroorganisme adalah :

1. Bakteriostatik
2. Bakterisidal
3. bakteriolitik



## 1. bakteriostatik

Efeknya dapat dilihat dengan tidak ada pertumbuhan bakteri tetapi bakteri yang diberi agen ini tidak mati. Fungsi bakteriostatik menghambat sintesa protein dan berikatan dengan ribosom. Fungsi tersebut akan hilang bila konsentrasi agen tersebut semakin rendah.



## 2. bakterisidal

Agen ini akan membunuh bakteri tetapi tanpa terjadi kerusakan pada sel atau tidak menyebabkan sel menjadi lisis.

Fungsinya menghambat binding sel bakteri tetapi tidak akan kehilangan fungsi oleh pengenceran.



### 3. bakteriolisis

Adalah suatu agen yang menyebabkan sel bakteri lisis atau pecah.

Dapat diamati dengan menurunnya jumlah sel atau turbiditas sel setelah agen ini ditambahkan.

Contoh antibiotik yang menghambat sintesis dinding sel atau merusak membran sitoplasma bakteri seperti misal penisilin





## disinfektan dan antiseptik

Keduanya adalah antimikrobia agen yang digunakan pada situasi yang berbeda.

Desinfektan adalah antimikrobia agen/bahan kimia yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme pada benda tidak hidup.

Antiseptik adalah antimikrobia agen/bahan kimia yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme pada jaringan hidup dan bersifat nontoksik pada jaringan tersebut



## germisida

Adalah antimikrobia agen yang digunakan pada spektrum luas, dimana mikroorganisme tidak boleh ada pada bahan, ruang dan alat tersebut.

Caranya dengan sterilisasi panas, sterilisasi dingin dengan penyemprotan bahan kimia, dls.



## Chemotherapeutic agent

Adalah penggunaan bahan kimia yang diharapkan dapat membunuh mikroorganisme sasaran tetapi tidak toksik terhadap jaringan hidup.

Kemoterapetik agen merupakan bahan kimia yang merupakan cara pengobatan yang banyak dipakai saat ini.



## antibiotik

Adalah bahan kimia yang dihasilkan oleh berbagai mikroorganisme yang dapat menghambat atau membunuh pertumbuhan mikroorganisme lain.

Sensitivitas mikroorganisme terhadap antibiotik sangat bervariasi, bakteri gram positif lebih sensitif terhadap antibiotik daripada bakteri gram negatif.



## Fungsi pengendalian pertumbuhan mikroorganismen

1. Mencegah kerusakan pangan, yaitu pembusukan makanan akibat kontaminasi mikroorganismen, yang didefinisikan sebagai perubahan penampakan, rasa dan bau makanan yang tidak disukai konsumen. Caranya dengan memperpanjang fase lag mikroorganismen pada kurva pertumbuhan.



2. Pengawetan makanan, mencegah makanan agar tidak terkontaminasi mikroorganisme atau mencegah mikroorganisme agar tidak tumbuh pada makanan. Dilakukan dengan cara perlakuan suhu, perubahan kadar air (penambahan garam dan gula, dikeringkan), pH, fermentasi, pengalengan, dan penambahan bahan kimia.



