



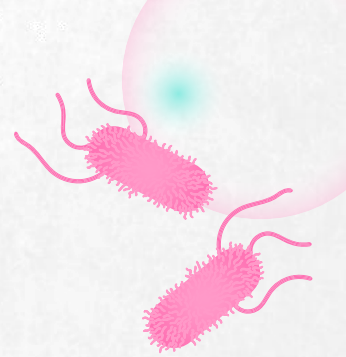
Mikrobiologi Farmasi

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**STIKES NOTOKUSUMO
PROGRAM STUDI FARMASI
2025**

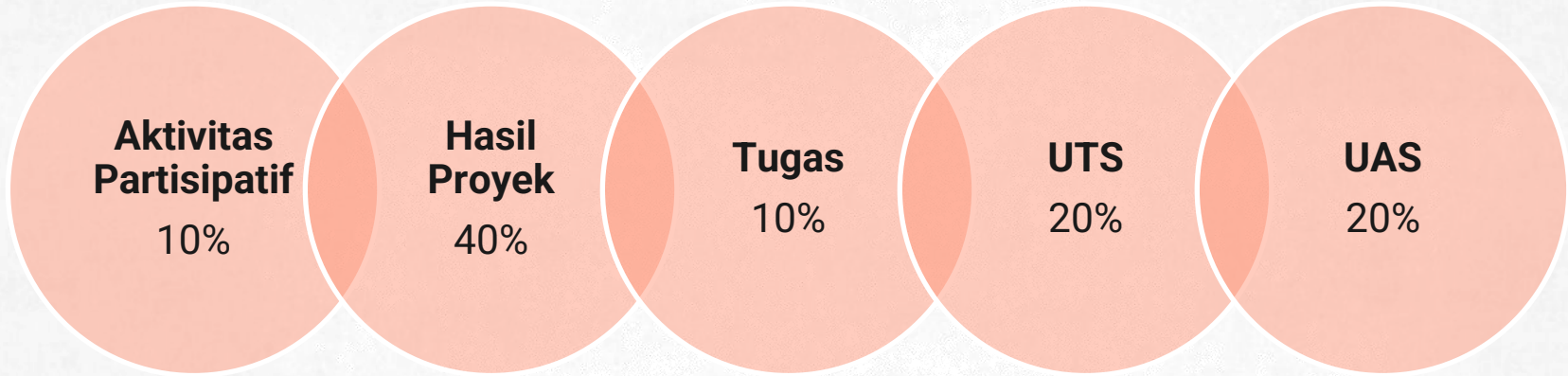


Ketentuan Perkuliahan



- **Hadir tepat waktu dan sesuai jadwal**
- Toleransi keterlambatan **15 menit**
- **Jumlah kehadiran 75%** untuk mengikuti UTS dan UAS (**maksimal 3x absen**)
- **MELANGGAR** = tidak boleh ikut UAS

Ketentuan Perkuliahan



Rencana Pembelajaran Semester



Kelas A

- Hari : Senin
- Jam : 08.00 – 09.40

Kelas B

- Hari : Selasa
- Jam : 08.00 – 09.40

Dosen Pengampu

- apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm
- apt. Dwi Herwanto, M.Farm

Rencana Pembelajaran Semester

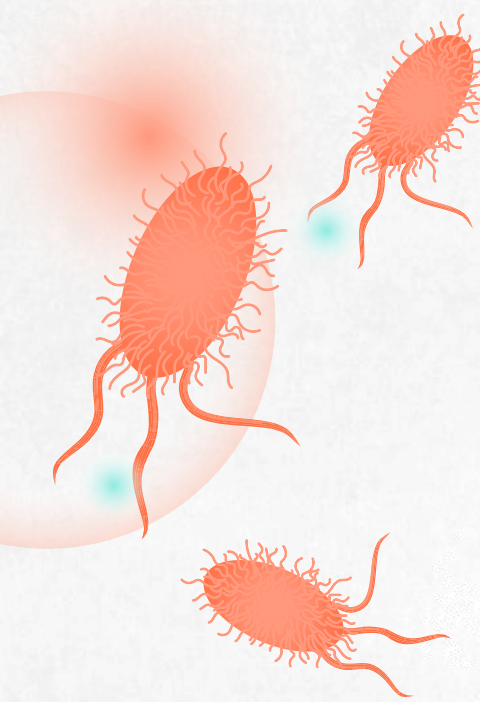
Materi UTS	Dosen Pengampu
Pendahuluan Mikrobiologi Farmasi	apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm
Klasifikasi Mikroorganisme	apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm
Pertumbuhan Mikroorganisme	apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm
Faktor Pertumbuhan Mikroorganisme	apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm
Metode Identifikasi Mikroorganisme	apt. Dwi Herwanto, M.Farm
Metode Isolasi Bakteri	apt. Dwi Herwanto, M.Farm
Pengendalian Mikroorganisme	apt. Dwi Herwanto, M.Farm

Rencana Pembelajaran Semester

Materi UAS	Dosen Pengampu
Jamur	apt. Dwi Herwanto, M.Farm
Penyakit yang disebabkan oleh Jamur	apt. Dwi Herwanto, M.Farm
Virus	apt. Dwi Herwanto, M.Farm
Prion dan Penyakit Akibat Prion	apt. Dwi Herwanto, M.Farm
Penyakit yang disebabkan oleh Bakteri	apt. Dwi Herwanto, M.Farm
Penyakit yang disebabkan oleh Bakteri	apt. Dwi Herwanto, M.Farm
Terapi Antiinfeksi	apt. Dwi Herwanto, M.Farm

Referensi

- Asutosh Kar., (2008)., Pharmaceutical Microbiology., New Delhi, India : New Age International
- Sylvia, T.W., (2008)., Mikrobiologi Farmasi., Yogyakarta: Penerbit Erlangga.
- Alexander N.G and Hiroshi Nikaid., (2007)., Microbial Biotechnology (Second edition)., California : Cambridge University Press
- Hugo and Russell's., (2011)., Pharmaceutical Microbiology (8th ed)., UK : A John Wiley & Sons, Ltd., Publication

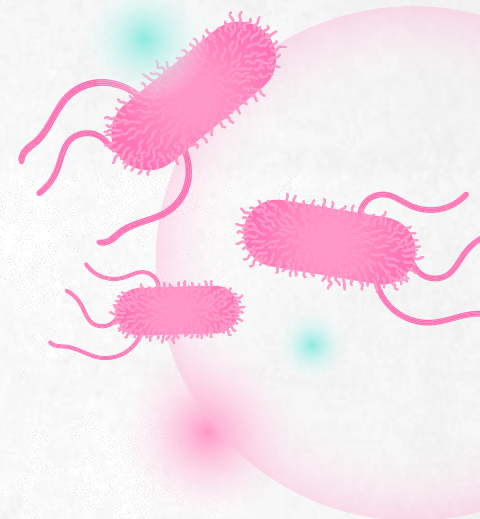
Three stylized orange bacteria with flagella are positioned on the left side of the slide. One is large and partially obscured by a large, faint orange circle. Two smaller ones are floating nearby.

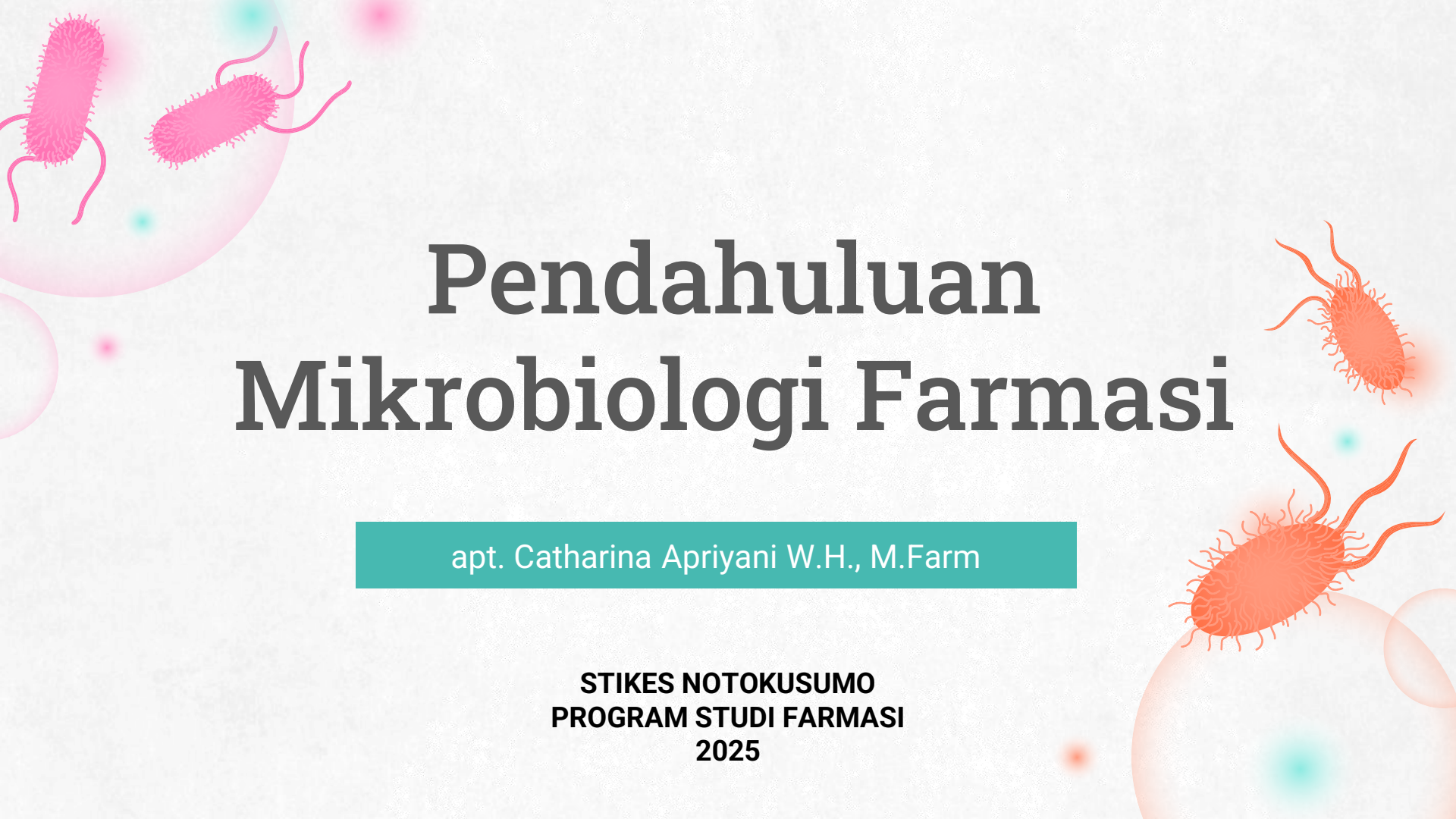
Thanks!

Do you have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, and includes icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution

Three stylized pink bacteria with flagella are positioned on the right side of the slide. They are partially obscured by a large, faint pink circle.

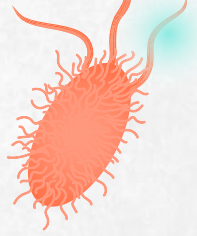


Pendahuluan Mikrobiologi Farmasi

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**STIKES NOTOKUSUMO
PROGRAM STUDI FARMASI
2025**

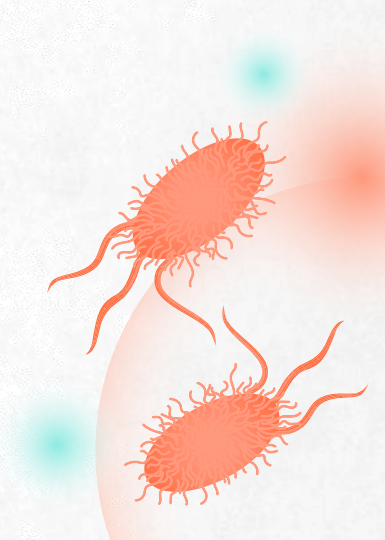
Topik



- 1. Definisi Mikrobiologi**
- 2. Ruang Lingkup Mikrobiologi Farmasi**
- 3. Peran Mikrobiologi Farmasi**
- 4. Sejarah Singkat Mikrobiologi Farmasi**
- 5. Metode Dasar Dalam Mikrobiologi Farmasi**



01



Definisi Mikrobiologi

Mikroorganisme



- Organisme yang berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamatnya diperlukan alat bantuan (mikroskop)
- Tersusun atas satu sel (uniseluler) dan ada yang tersusun atas beberapa sel (multiseluler)
- Ukuran mikroba biasanya dinyatakan dalam **mikron (μ)** → 1 mikron adalah 0,001 mm

Mikrobiologi

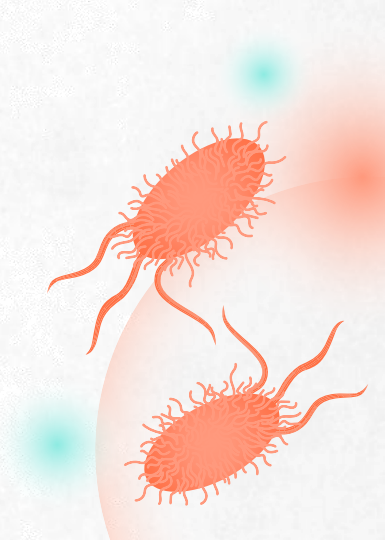


Mikrobiologi farmasi adalah cabang ilmu mikrobiologi yang mempelajari **mikroorganisme** (bakteri, jamur, virus, protozoa, alga mikroskopis) serta peranannya dalam:

- Kesehatan dan penyakit manusia (patogenitas, resistensi, infeksi).
- Produksi obat (antibiotik, vaksin, enzim, metabolit sekunder).
- Keamanan dan mutu produk farmasi (uji sterilitas, uji endotoksin, pengendalian cemaran mikroba)



02



Ruang Lingkup Mikrobiologi Farmasi

Mikroorganisme yang Berperan dalam Farmasi



- **Patogen**

Staphylococcus aureus, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Mycobacterium tuberculosis*.

- **Mikroba Industri**

Penicillium chrysogenum (penghasil penisilin), *Streptomyces* (penghasil antibiotik), *Saccharomyces cerevisiae* (fermentasi).

Mikrobiologi Medis dan Farmasi



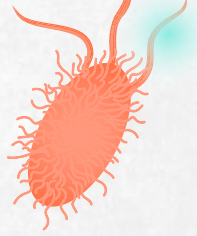
- **Mekanisme penyakit infeksi:** Masuk → Menempel → Berkembang biak → Menghindari imun → Merusak jaringan → Menyebar → Keluar.
- **Resistensi antimikroba,** kemampuan mikroorganisme (bakteri, virus, jamur, parasit) untuk bertahan hidup dan berkembang meskipun telah diberikan obat antimikroba (antibiotik, antivirus, antijamur, antiparasit) pada dosis terapi yang seharusnya efektif.
- **Prinsip terapi antiinfeksi:** tepat diagnosis, tepat obat, tepat dosis, tepat durasi, dan tepat evaluasi

Mikrobiologi Industri Farmasi



- Produksi antibiotik, vaksin, enzim, probiotik.
- Fermentasi dalam pembuatan bahan aktif obat.
 - a. **Antibiotik**, contoh: *Penicillium chrysogenum* → menghasilkan penisilin
 - b. **Hormon & Protein Terapi (dengan rekayasa genetik + fermentasi)**, contoh: *Escherichia coli*/ *Saccharomyces cerevisiae* → insulin rekombinan, hormon pertumbuhan manusia (hGH).
 - c. **Vaksin**, contoh: vaksin hepatitis B dengan *Saccharomyces cerevisiae*
 - d. **Vitamin & Asam Amino**, contoh: *Ashbya gossypii* → vitamin B2 (riboflavin)
 - e. **Enzim**, contoh: *Aspergillus niger* → amilase, glukoamilase untuk industri farmasi

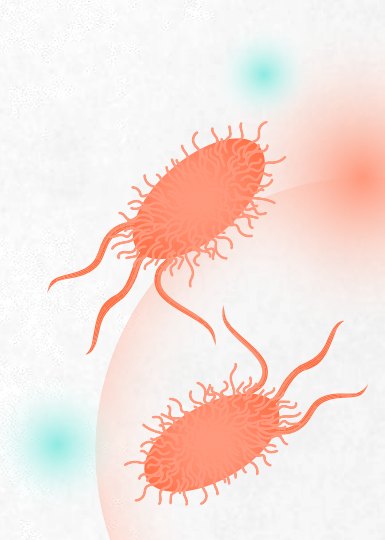
Mikrobiologi Pengawasan Mutu



- Uji cemaran mikroba pada produk farmasi, kosmetik, dan makanan.
- Uji sterilitas dan endotoksin.
- Standar farmakope (misalnya Farmakope Indonesia, USP, EP).



03



Peran Mikrobiologi Dalam Bidang Farmasi

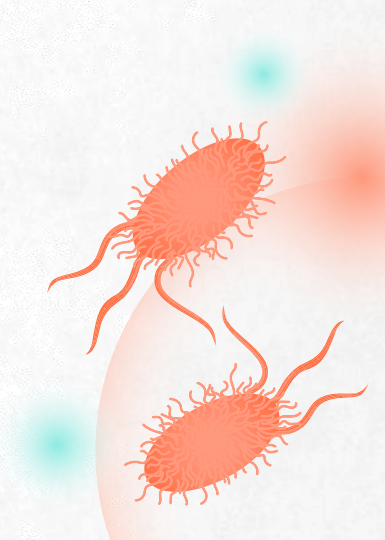
Peran Mikrobiologi Dalam Bidang Farmasi



- **Diagnosis infeksi:** identifikasi mikroba penyebab penyakit.
- **Pengembangan obat:** penemuan antibiotik baru, probiotik, enzim, vaksin.
- **Sterilisasi & pengendalian mikroba:** autoklaf, filtrasi, radiasi, penggunaan antiseptik.
- **Pengawasan mutu produk:** memastikan obat, kosmetik, dan makanan aman dari kontaminasi mikroba.
- **Bioteknologi farmasi:** rekayasa genetik untuk memproduksi insulin, hormon, antibodi monoklonal



04



Sejarah Singkat Mikrobiologi Farmasi

Sejarah Mikrobiologi



Robert Hooke (1635-1703)

- Istilah "**cell**" (**sel**) pertama kali diperkenalkan oleh Hooke
- Hooke mengamati potongan tipis gabus di bawah mikroskop, yang menunjukkan ruang-ruang kecil mirip "sel"

Antonie Van Leeuwenhoek (1632-1723)

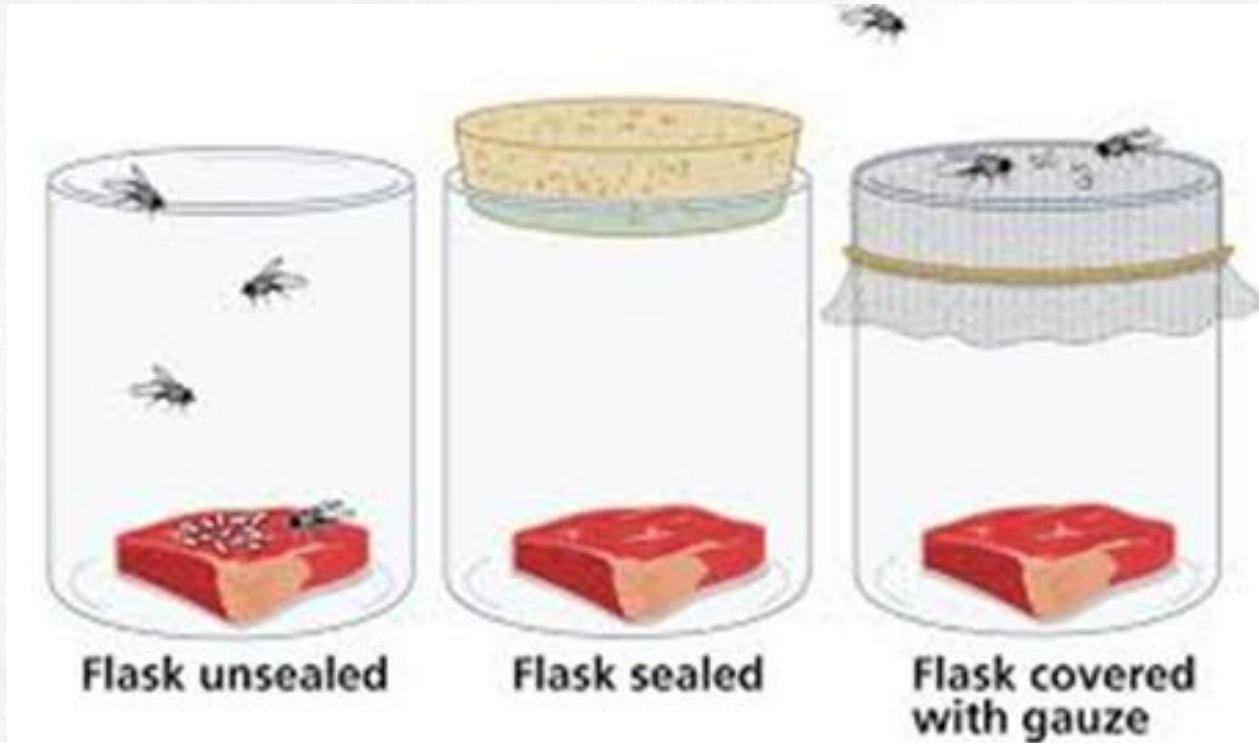
- **Bapak mikrobiologi**
- Melaporkan pengamatan "**animalcules**" (mikroorganisme) dari air kolam, ludah, darah, dan sisa makanan.
- Menjadi orang pertama yang melihat dan mendeskripsikan **bakteri, protozoa, sperma, sel darah merah**, serta **sirkulasi kapiler darah**.

Francesco Redi (1668)



- Pada abad ke-17, banyak orang percaya bahwa makhluk hidup (misalnya belatung) muncul secara spontan dari benda mati.
- **1668:** Redi melakukan eksperimen dengan daging mentah:
 - a. Daging diletakkan dalam 3 wadah → satu terbuka, satu tertutup rapat, satu ditutup kain kasa.
 - b. Hasil: belatung hanya muncul pada daging terbuka (karena lalat dapat bertelur), sedangkan pada wadah tertutup tidak ada belatung.
 - c. Kesimpulan: belatung berasal dari telur lalat, bukan dari daging itu sendiri.
- Eksperimen ini menjadi bukti awal yang menentang teori abiogenesis dan mendukung gagasan biogenesis (“makhluk hidup berasal dari makhluk hidup”).

Francesco Redi (1668)

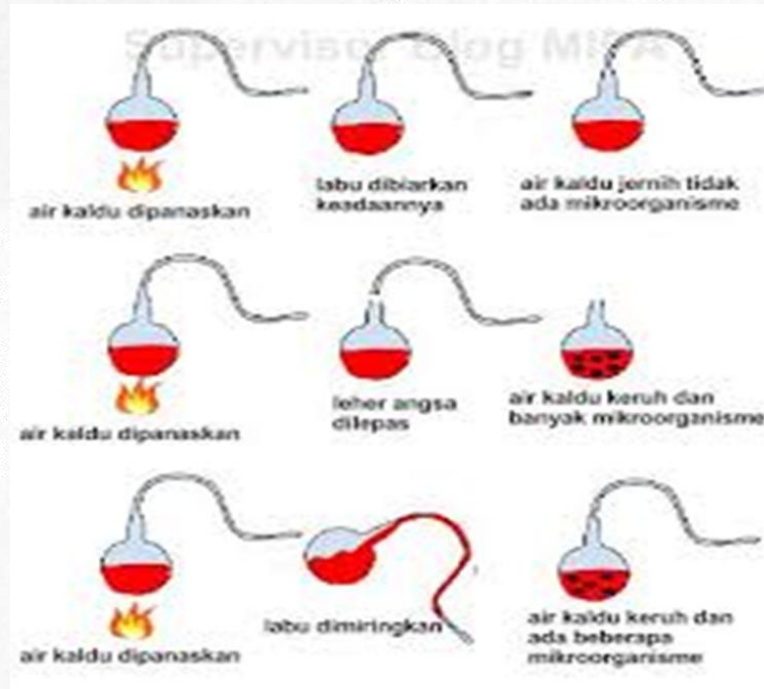


Louis Pasteur (1822–1895)



- **Teori kuman penyakit (Germ Theory of Disease)** → membuktikan bahwa mikroba adalah penyebab penyakit menular.
- **Fermentasi** → menemukan bahwa fermentasi anggur dan bir disebabkan oleh mikroorganisme (Saccharomyces).
- **Pasteurisasi** → metode pemanasan pada suhu tertentu untuk membunuh mikroba penyebab kerusakan makanan/minuman tanpa merusak kualitasnya.
- **Penolakan teori generatio spontanea** → melalui percobaan labu leher angsa, membuktikan bahwa mikroorganisme tidak muncul secara spontan.
- **Vaksinasi** → mengembangkan vaksin rabies, antraks, dan kolera unggas.

Louis Pasteur (1822–1895)



Percobaan Labu Leher Angsa

Robert Koch (1843–1910)



- **1876:** Menemukan bakteri *Bacillus anthracis* sebagai penyebab penyakit antraks.
- **1882:** Menemukan *Mycobacterium tuberculosis* sebagai penyebab tuberculosis (TBC).
- **1883:** Mengidentifikasi *Vibrio cholerae* sebagai penyebab penyakit kolera.

Robert Koch (1843–1910)



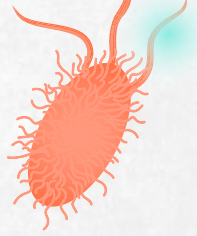
- **Postulat Koch** merumuskan 4 kriteria untuk membuktikan bahwa mikroorganisme tertentu menyebabkan penyakit:
 - a. Mikroba harus selalu ditemukan pada organisme sakit, tidak pada organisme sehat.
 - b. Mikroba harus dapat diisolasi dan ditumbuhkan dalam kultur murni.
 - c. Kultur murni harus menimbulkan penyakit yang sama jika diinokulasikan pada hewan sehat.
 - d. Mikroba yang sama harus dapat diisolasi kembali dari hewan yang terinfeksi

Alexander Fleming (1928)



- **September 1928:** Fleming sedang meneliti kultur bakteri *Staphylococcus aureus*.
- Ia menemukan bahwa salah satu cawan kultur terkontaminasi jamur *Penicillium notatum*.
- Menariknya, di sekitar koloni jamur tersebut bakteri tidak tumbuh → menunjukkan adanya zat yang dapat membunuh atau menghambat bakteri.
- Zat ini kemudian dinamai **penisilin**.

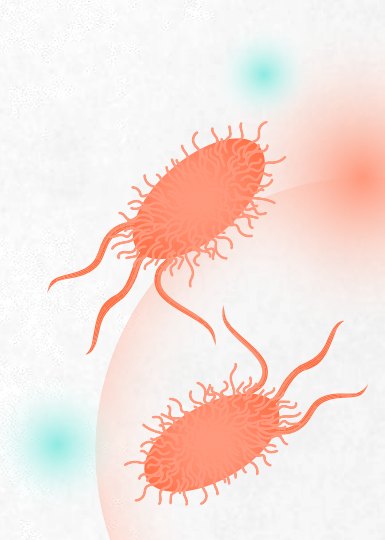
Alexander Fleming (1928)



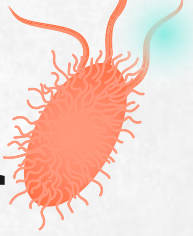
- **Penisilin** menjadi antibiotik pertama yang efektif melawan berbagai infeksi bakteri, seperti pneumonia, sifilis, dan infeksi luka.
- Pada awal 1940-an, penisilin berhasil diproduksi massal berkat kerja sama Howard Florey dan Ernst Boris Chain.
- Digunakan secara luas pada Perang Dunia II, menyelamatkan ribuan nyawa tentara dari infeksi.



05



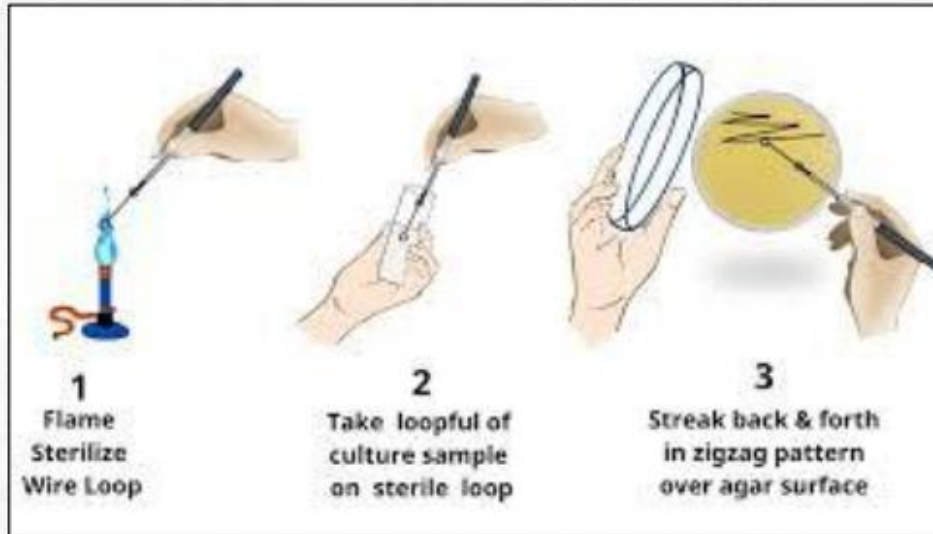
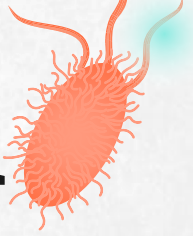
Metode Dasar Dalam Mikrobiologi Farmasi



Metode Dasar Dalam Mikrobiologi Farmasi

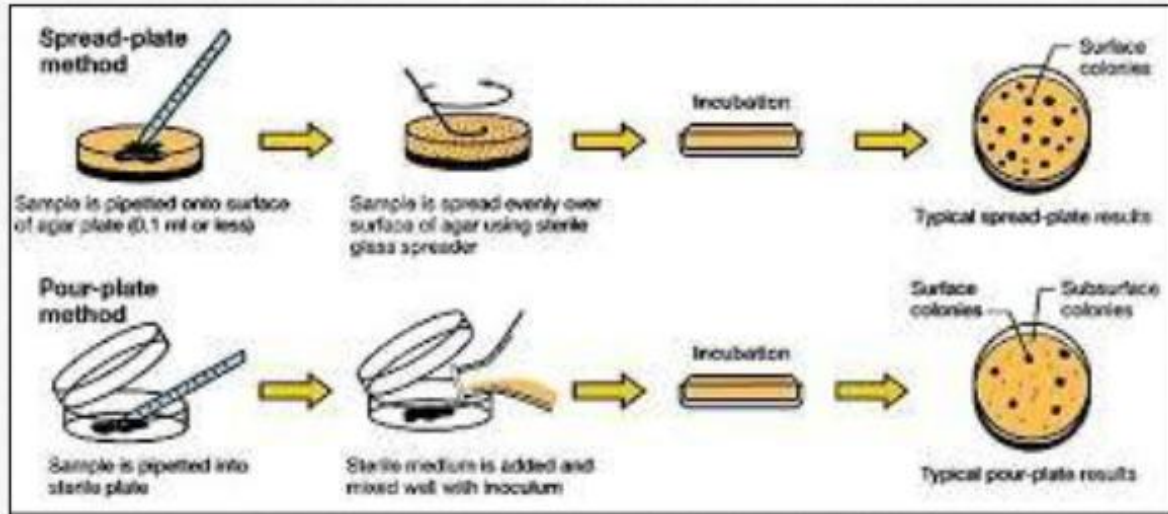
- **Isolasi & identifikasi mikroba** (streak plate, spread plate, serial dilution).
- **Sterilisasi & aseptik.**
- **Uji sensitivitas antibiotik** (metode Kirby-Bauer, MIC).
- **Fermentasi mikroba.**
- **Teknik kultur jaringan & rekayasa genetik mikroba.**

Metode Dasar Dalam Mikrobiologi Farmasi



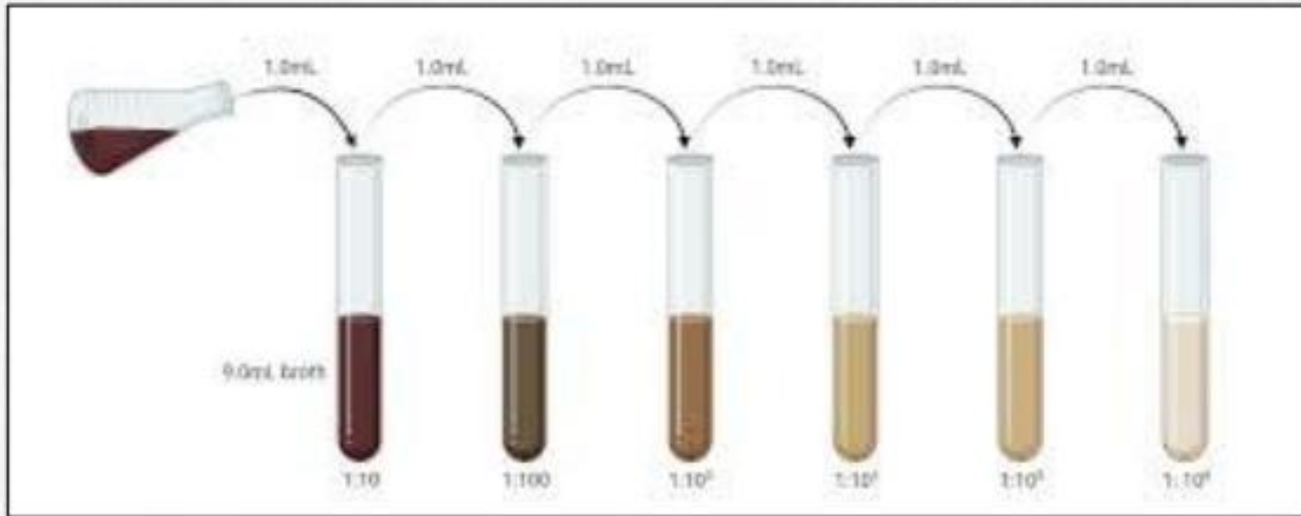
Metode Isolasi mikroba: *Streak plate method*

Metode Dasar Dalam Mikrobiologi Farmasi

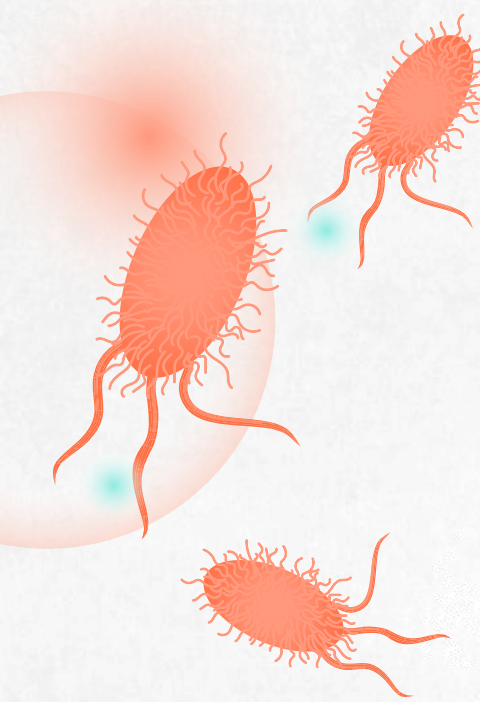


Metode Isolasi mikroba: *Spread-plate* dan *pour-plate method*

Metode Dasar Dalam Mikrobiologi Farmasi



Metode Isolasi mikroba: *Serial Dilution*

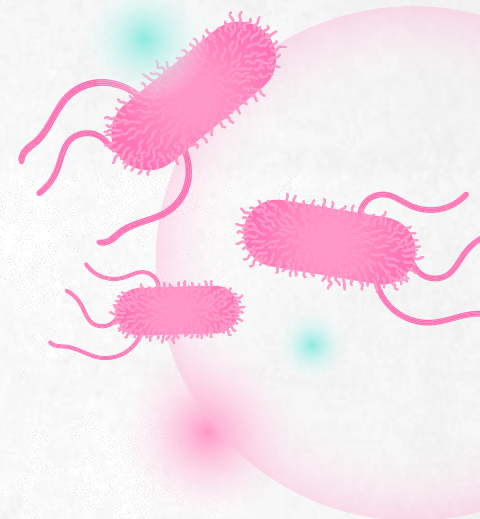


Thanks!

Do you have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, and includes icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution





Klasifikasi Mikroorganisme

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**STIKES NOTOKUSUMO
PROGRAM STUDI FARMASI
2025**

Topik



1.Klasifikasi Mikroorganisme

2.Bakteri dan Arkaea

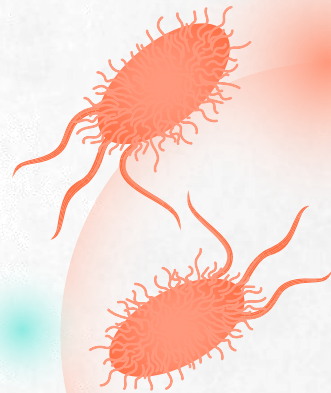
3.Mikroorganisme Eukariota

4.Virus

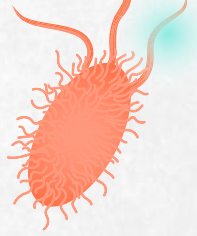


01

Klasifikasi Mikroorganisme

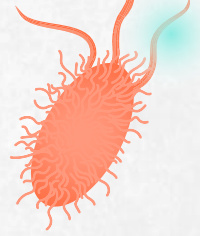
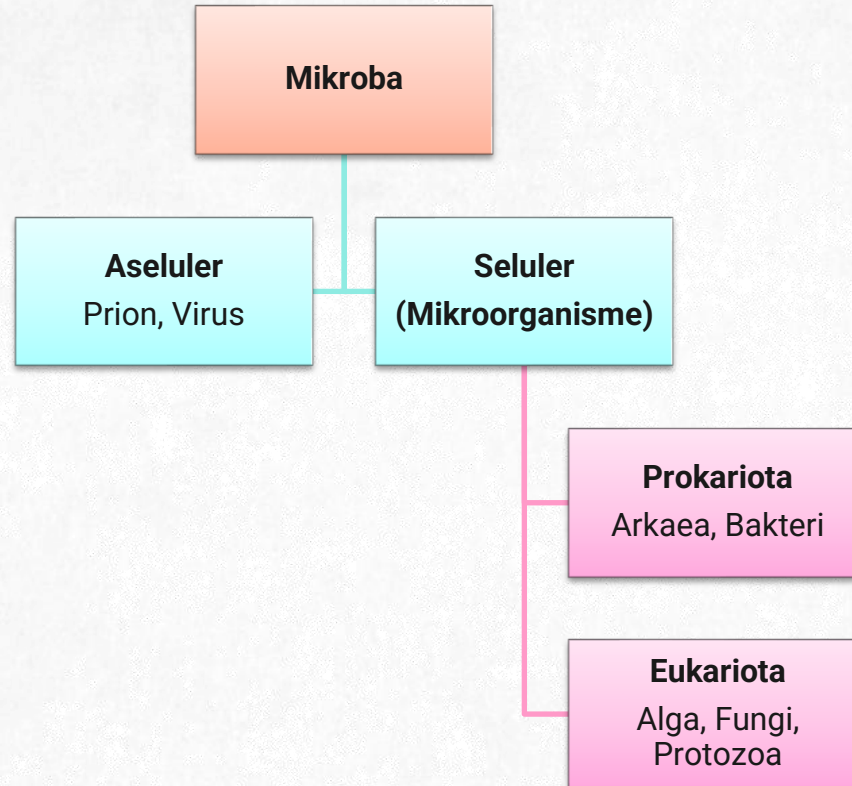


Klasifikasi Mikroorganisme

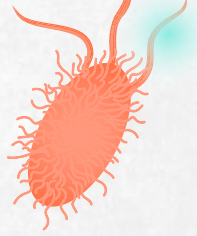


- **Mikroorganisme** mencakup keanekaragaman bentuk kehidupan mikroskopis yang sangat besar, masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda.
- **Klasifikasi** adalah pengorganisasian organisme yang memiliki ciri morfologis, fisiologis, dan genetik yang serupa ke dalam kelompok atau takson tertentu.
- **Nomenklatur**, penamaan mikroorganisme sesuai dengan aturan dan pedoman yang telah ditetapkan, memberikan label yang diterima secara universal.

Klasifikasi Mikroba



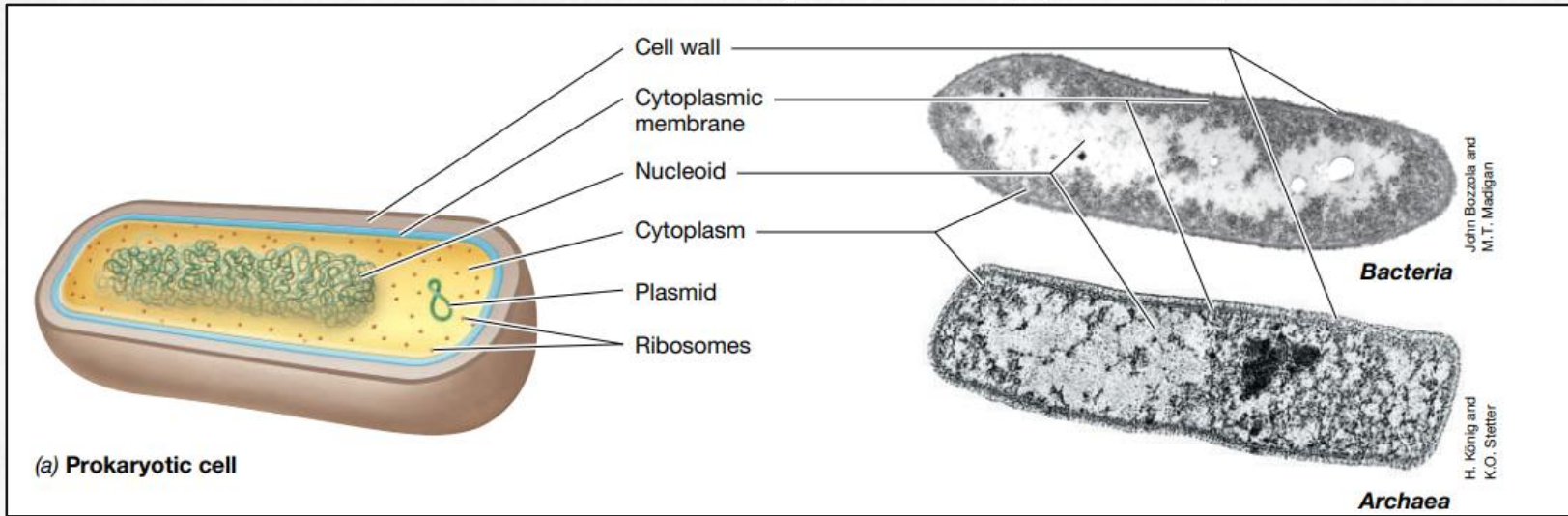
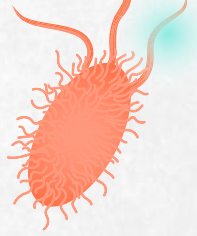
Klasifikasi Mikroba Berdasarkan Tipe Sel



1. Prokariotik

- Istilah "**prokariotik**" berasal dari kata Yunani "**pro**" (sebelum) dan "**karyon**" (benih/inti/nukleus).
- **Sel prokariotik** adalah sel yang tidak memiliki inti sejati atau nukleusnya tidak diselubungi membran) sehingga DNA tidak terpisah dari bagian lain sel, dan area di mana **DNA terkonsentrasi dalam sitoplasma** disebut **nukleoid**.
- **Contoh:** bakteri dan arkaea

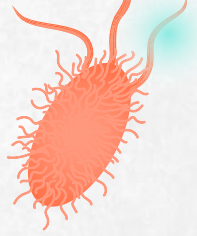
Klasifikasi Mikroba Berdasarkan Tipe Sel



Sel Prakariota

- **Gambar Kiri:** Sel prokariotik.
- **Gambar Kanan:** Mikrograf electron: *Heliobacterium modesticaldum* (Bakteri, diameter sel sekitar 1 μm) dan *Thermoproteus neutrophilus* (Archaea, diameter sel sekitar 0,5 μm).

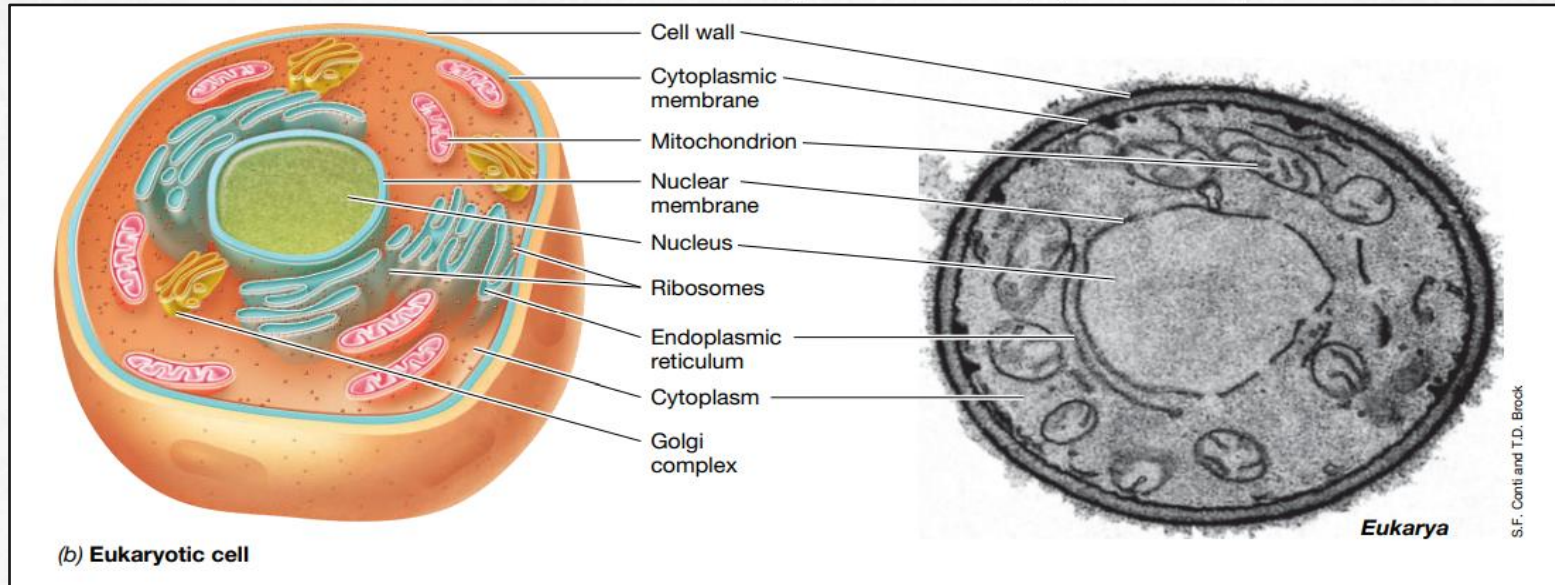
Klasifikasi Mikroba Berdasarkan Tipe Sel



2.Eukariota

- Sel ini ditandai dengan adanya **nukleus** dan **organel berlapis membran**.
- Sel eukariotik dapat dijelaskan sebagai **sel yang memiliki nukleus**.
- Istilah **eukariota** berasal dari akar kata Yunani "**eu-**" yang berarti "**sejati**" dan "**karyon**" yang berarti "**inti**" atau "**biji**".
- **Contoh:** alga, jamur dan protozoa

Klasifikasi Mikroba Berdasarkan Tipe Sel



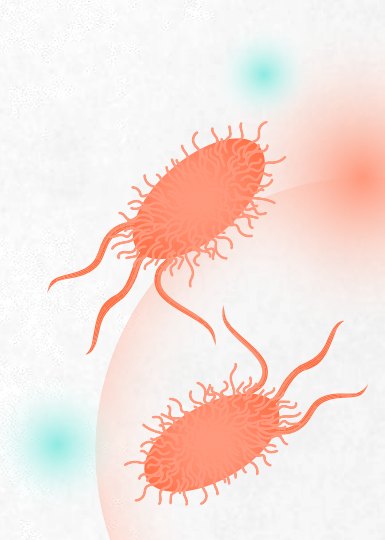
Sel Eukariota

Gambar Kiri: Sel eukariotik

Gambar Kanan: Mikrograf elektron sel *Saccharomyces cerevisiae* (Eukarya, diameter sel sekitar 8 μm)

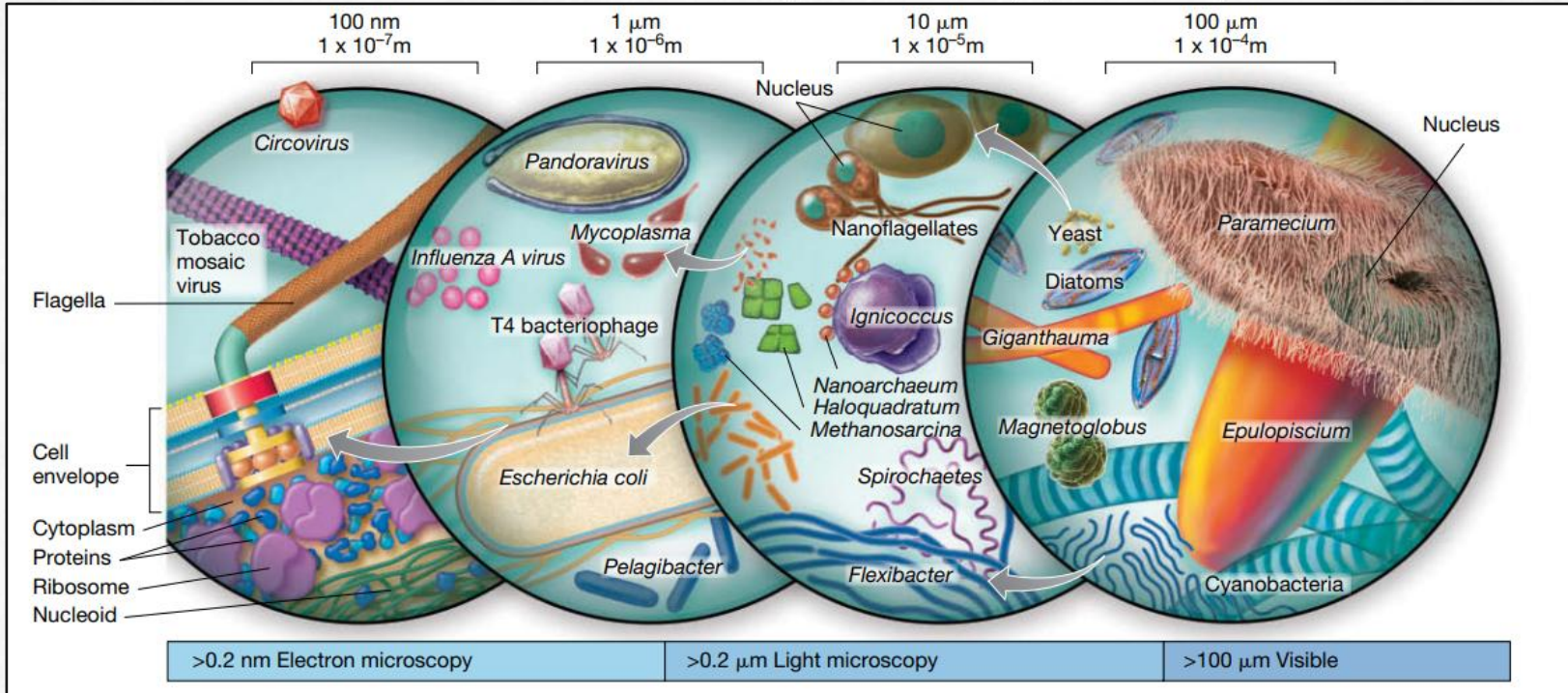


02



Bakteri dan Arkaea

Bakteri dan Arkaea



Pengertian



- **Bakteri dan Archaea** adalah kelompok besar mikroorganisme berpotensi yang terdiri dari ratusan ribu hingga jutaan spesies, yang sebagian besar masih belum terkarakterisasi.
- **Mikroba ini ada di mana-mana**, menghuni dan hidup di hampir setiap lingkungan di muka bumi.

Klasifikasi Bakteri



1. Perbedaan filogenetik

2. Karakteristik struktur dan morfologi, seperti: bentuk, ukuran dan susunan sel

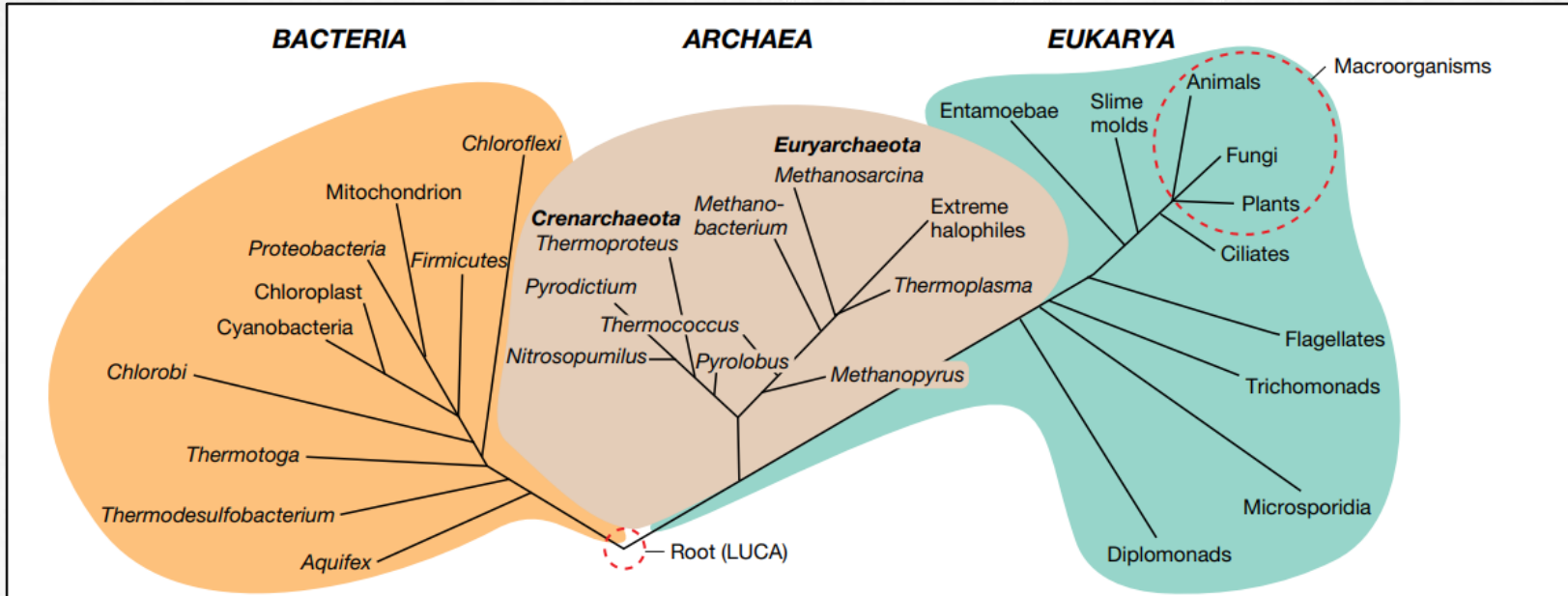
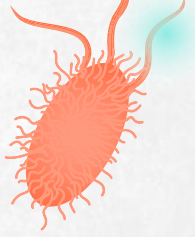
3. Biokimia dan ciri-ciri fisiologis, seperti:

a. Kebutuhan faktor pertumbuhan

b. Kisaran sumber karbon dan energi

c. Produk akhir metabolisme, misalnya: *Cyanobacteria* adalah filum yang besar secara fisiologis dan secara filogenetik berhubungan dengan bakteri yang melakukan fotosintesis oksigenik (penghasil O₂) menggunakan pigmen klorofil pigmen

Klasifikasi Bakteri: Perbedaan Filogenetik



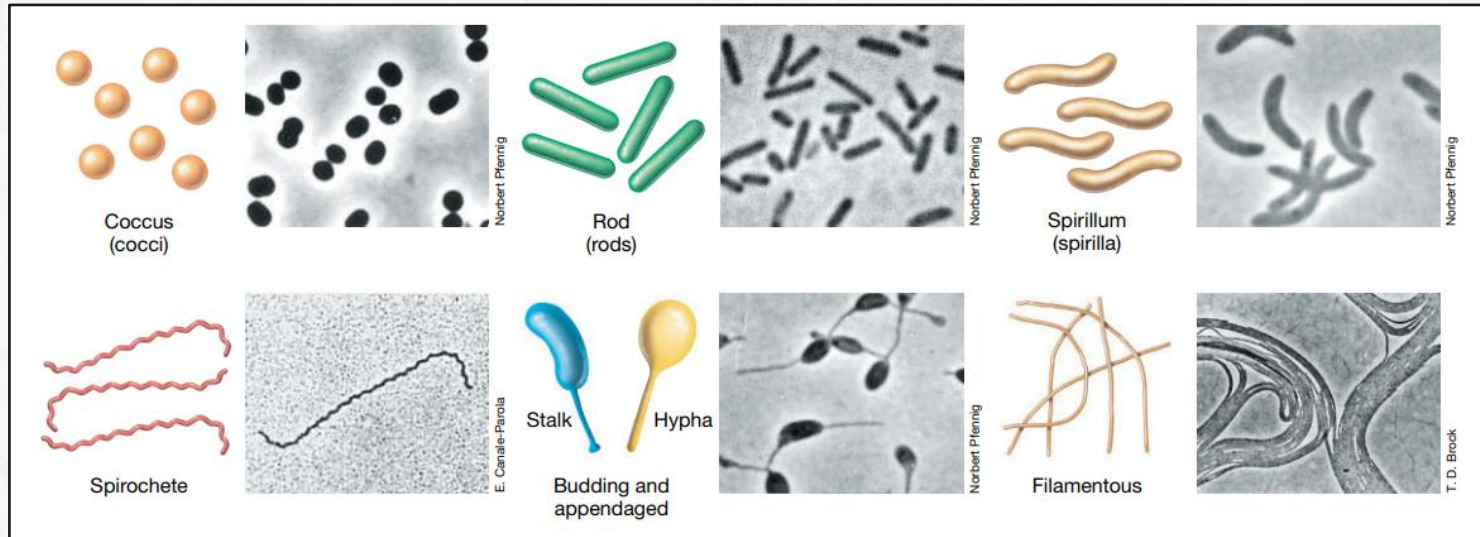
Klasifikasi Bakteri: Karakteristik Struktur dan Morfologi



Sel Bakteri dan Archaea memiliki tiga bentuk morfologi utama yaitu:

1. Bulat (*coccus*)
2. Batang (*bacillus*)
3. Spiral (*spirillum*)
4. Spirochete

Klasifikasi Bakteri: Karakteristik Struktur dan Morfologi



Keterangan:

Diameter sel dalam fotomikrograf: **Kokus** (1,5 μm); **batang** (1 μm); **spirillum** (1 μm); **spirochete** (0,25 μm); **tunas** (1,2 μm); **berfilamen** (0,8 μm)

Klasifikasi Bakteri: Karakteristik Struktur dan Morfologi



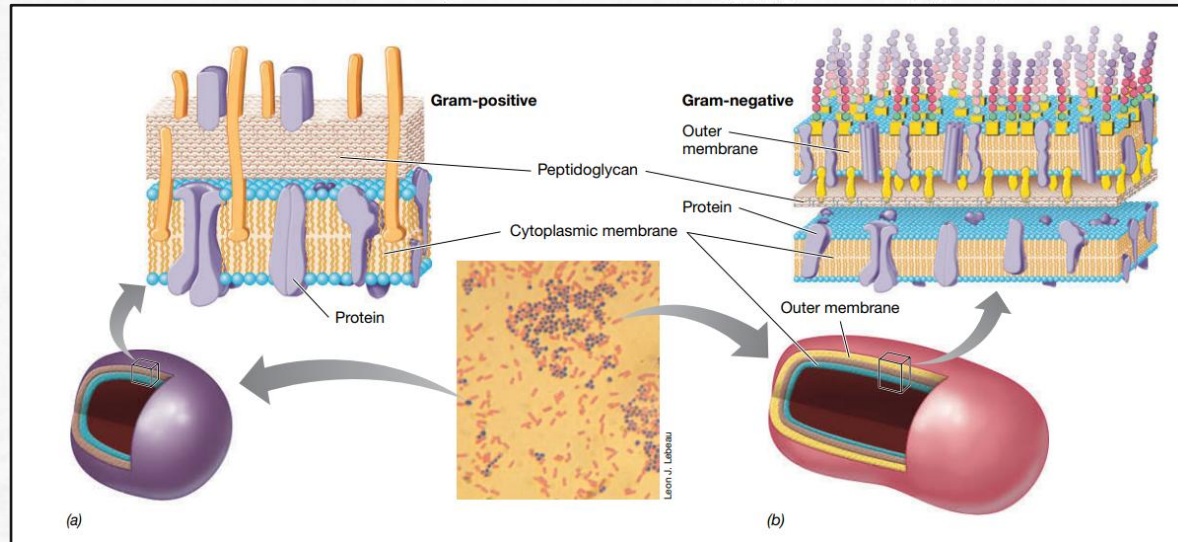
TABLE 2.1 Cell size and volume of some cells of *Bacteria*, from the largest to the smallest

Organism	Characteristics	Morphology	Size ^a (μm) ³	Cell volume (μm) ³	Volumes compared to <i>E. coli</i>
<i>Thiomargarita namibiensis</i>	Sulfur chemolithotroph	Cocci in chains	750	200,000,000	100,000,000×
<i>Epulopiscium fishelsoni</i> ^a	Chemoorganotroph	Rods with tapered ends	80 × 600	3,000,000	1,500,000×
<i>Beggiatoa</i> species ^a	Sulfur chemolithotroph	Filaments	50 × 160	1,000,000	500,000×
<i>Achromatium oxaliferum</i>	Sulfur chemolithotroph	Cocci	35 × 95	80,000	40,000×
<i>Lyngbya majuscula</i>	Cyanobacterium	Filaments	8 × 80	40,000	20,000×
<i>Thiovulum majus</i>	Sulfur chemolithotroph	Cocci	18	3,000	1,500×
<i>Staphylothermus marinus</i> ^a	Hyperthermophile	Cocci in irregular clusters	15	1,800	900×
<i>Magnetobacterium bavaricum</i>	Magnetotactic bacterium	Rods	2 × 10	30	15×
<i>Escherichia coli</i>	Chemoorganotroph	Rods	1 × 2	2	1×
<i>Pelagibacter ubique</i> ^a	Marine chemoorganotroph	Rods	0.2 × 0.5	0.014	0.007×
Ultra-small bacteria	Uncultured, from groundwater	Variable	<0.2	0.009	0.0045×
<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	Pathogenic bacterium	Pleomorphic ^b	0.2	0.005	0.0025×

Klasifikasi Bakteri: Biokimia dan Ciri-ciri Fisiologis



Berdasarkan Struktur Dinding Sel: Peptidoglikan



Gambar (a) dan (b): dinding sel gram positif dan gram negatif

Klasifikasi Bakteri: Biokimia dan Ciri-ciri Fisiologis



Perbedaan Bakteri Gram Positif dan Bakteri Gram Negatif

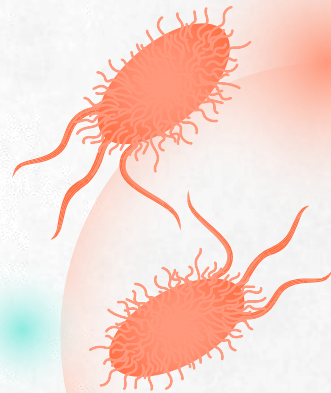
Keterangan	Bakteri Gram-positif	Bakteri Gram-negatif
Warna Pewarnaan	Ungu/biru	Merah muda/merah
Lapisan Peptidoglikan	Tebal	Tipis
Membran Luar	Tidak ada	Ada, mengandung lipopolisakarida
Ketahanan	Lebih mudah dibunuh dengan antibiotik dan pembersih	Lebih resistan terhadap antibiotik dan lebih sulit dibunuh
Struktur Dinding Sel	Dinding sel tunggal tebal	Dinding sel tipis dengan membran luar
Contoh	<i>Staphylococcus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Clostridium</i>	<i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>E. coli</i>



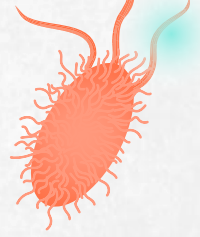
03

Three pink, rod-shaped bacteria with flagella are positioned in the top left corner. They are surrounded by soft pink and teal circular bokeh effects.

Mikroorganismen Eukariota



Mikroorganisme Eukariota



Jamur

Protozoa

Alga

Jamur



- Merupakan komponen utama ekosistem tanah.
- Mirip dengan tumbuhan, sel jamur memiliki **dinding sel yang kaku dan tidak bergerak**, namun tidak seperti tumbuhan, mereka kekurangan klorofil dan bersifat **nonfotosintetik**.
- Jamur **hidup dengan menguraikan tumbuhan dan hewan yang mati**.
- Jamur bersama dengan bakteri, mereka memiliki **peran penting dalam dekomposisi dan daur ulang nutrisi**.

Jamur



1. Kapang (*moulds*)

- Terdiri dari benang-benang yang disebut **hifa** yang dapat membentuk massa yang dikenal sebagai **miselia**

2. Khamir (*yeast*):

- Fungi **uniseluler** (khamir) dengan sel berbentuk bulat telur atau bulat yang tidak memiliki miselium.
- *Yeast* memperbanyak diri secara aseksual dengan cara bertunas dan pembentukan spora secara seksual.
- Beberapa khamir bersifat dimorfik, yaitu khamir dapat tumbuh berbentuk lonjong dan bertunas, namun pada kondisi kultur tertentu khamir dapat menghasilkan struktur mirip filamen.

Protozoa



- Protozoa merupakan protista uniseluler, sebagian besar nonfotosintetik dan kekurangan dinding sel.
- Protozoa mampu bereproduksi secara **seksual** atau **aseksual**, tergantung pada spesiesnya.
- **Reproduksi asexual** dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, yaitu: **pertunasan, pembentukan spora atau mitosis**.
- Mekanisme umum **reproduksi seksual** di protozoa adalah **konjugasi**, di mana dua sel bergabung, bertukar material genetik dan menghasilkan keturunan melalui tunas atau fisi.
- **Protozoa menyebabkan penyakit** yang mematikan pada manusia, seperti malaria (disebabkan oleh spesies *Plasmodium*).
- Sementara yang lain (misalnya *Paramecium*) adalah anggota biosfer yang tidak berbahaya, di mana mereka berada dalam komponen penting dalam rantai makanan.

Alga

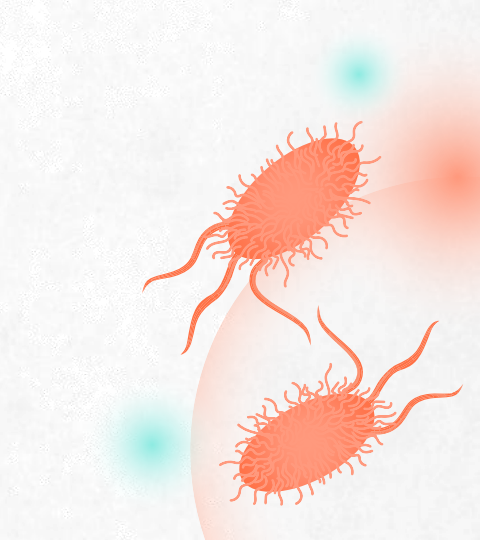


- Merupakan **protista mirip tumbuhan** yang dapat dibedakan dari jamur dan sebagian besar protozoa berdasarkan **kemampuannya melakukan fotosintesis menggunakan pigmen klorofil**.
- Ganggang memiliki berbagai bentuk morfologi, termasuk dalam bentuk uniseluler, berfilamen, berkolonial dan agregat multiseluler yang besar disebut dengan rumput laut yang panjangnya bisa mencapai 50 m.
- Beberapa alga telah menjadi bahan pangan bagi manusia, misalnya: alga merah *Porphyra*, dikenal sebagai nori, biasa digunakan dalam makanan sushi.
- Kebanyakan alga **bereproduksi secara aseksual**, sedangkan alga lainnya berbentuk spora atau bereproduksi secara aseksual membentuk dengan sel fragmentasi dari agregat yang lebih besar.



04

Virus

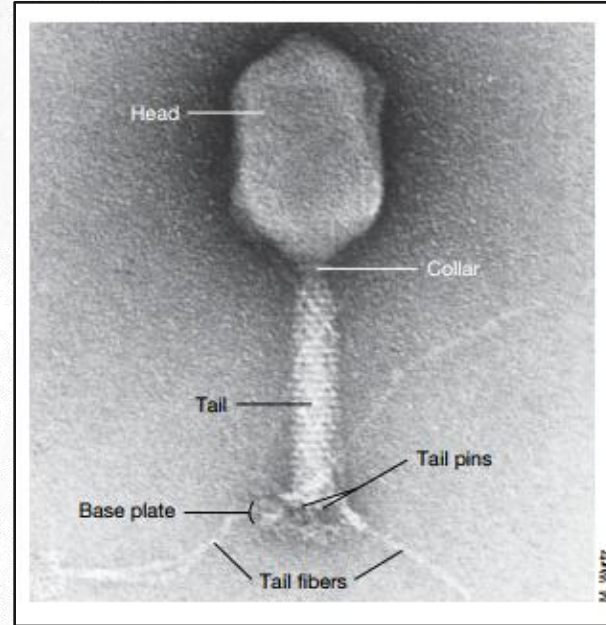
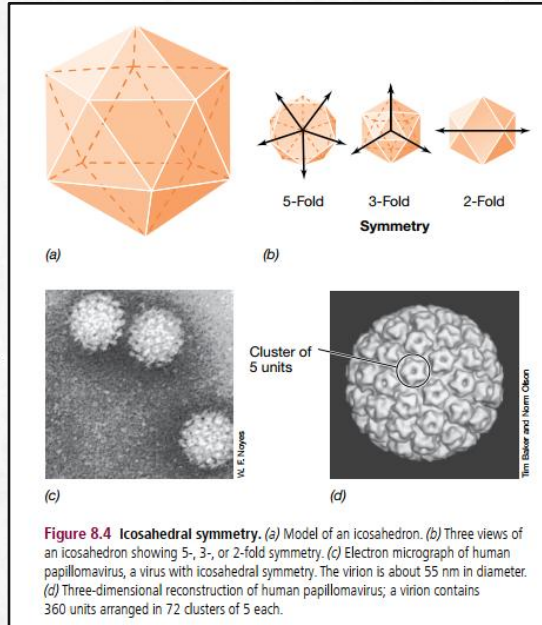


Virus

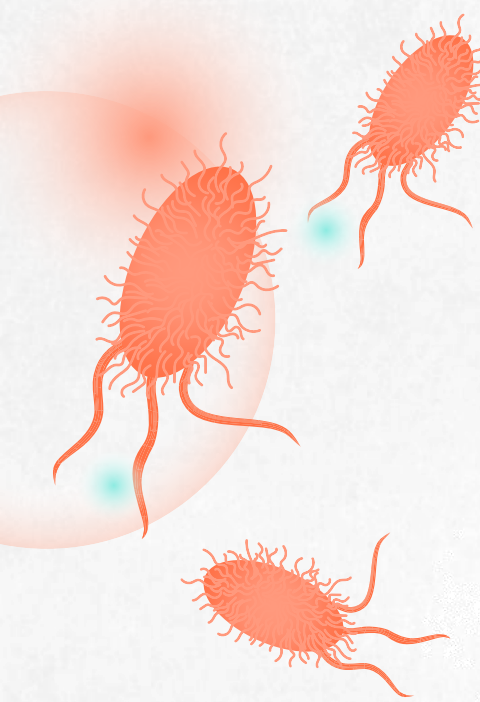


- **Virus** adalah mikroba aseluler yang memerlukan sel inang hidup untuk dapat hidup berkembang biak; bersifat **parasit obligat intraseluler**.
- Secara struktural, virus cukup sederhana, **hanya terdiri dari DNA atau RNA** (genom virus) yang dikelilingi oleh lapisan protein sederhana, memiliki morfologi heliks atau isosahedral.
- Virus yang menginfeksi bakteri, yang disebut **bakteriofag**.
- Virus menyebabkan banyak penyakit serius, termasuk *Acquired Immunodeficiency Syndrome* (AIDS), Influenza, campak, poliomyelitis, rabies dan demam berdarah, seperti Ebola

Virus



Struktur Virus dan Bakteriofag Virus

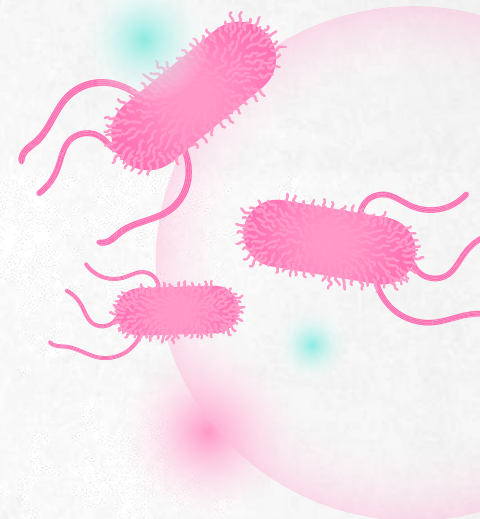


Thanks!

Do you have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, and includes icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution

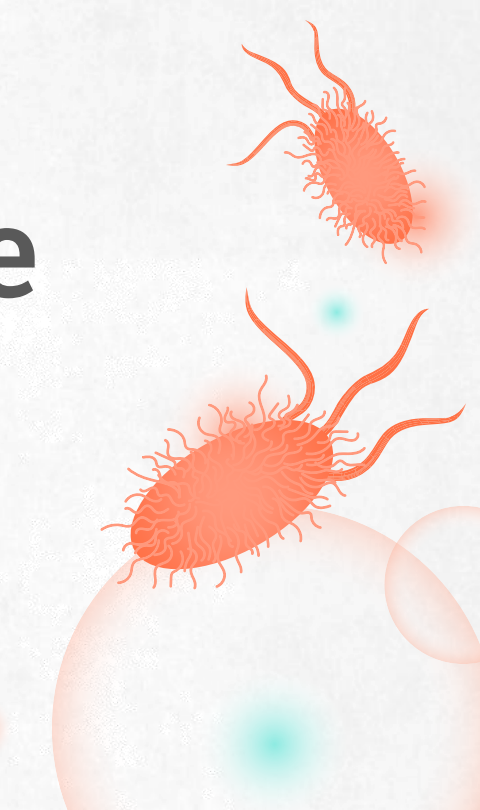


A stylized illustration of two pink, rod-shaped bacteria with flagella, positioned in the top-left corner of the slide. The background is a light gray with a subtle pattern of small, faint pink and blue circles.

Pertumbuhan Mikroorganisme

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**STIKES NOTOKUSUMO
PROGRAM STUDI FARMASI
2025**

A stylized illustration of two orange, rod-shaped bacteria with flagella, positioned in the bottom-right corner of the slide.

Topik



1. Pertumbuhan Bakteri

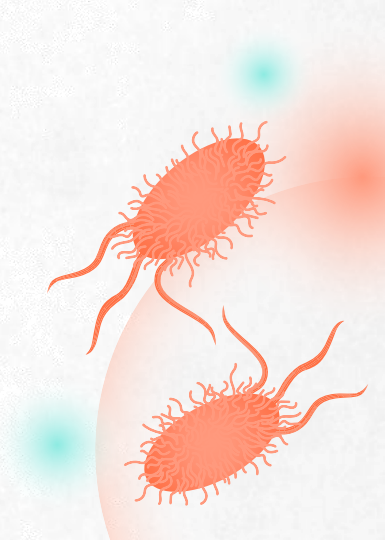
2. Kurva Pertumbuhan Bakteri

3. Metode Pengukuran Pertumbuhan Bakteri

4. Pertumbuhan Mikroorganisme Eukariota



01



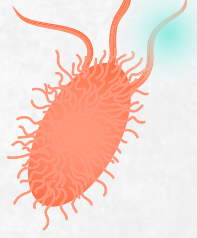
Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan Bakteri



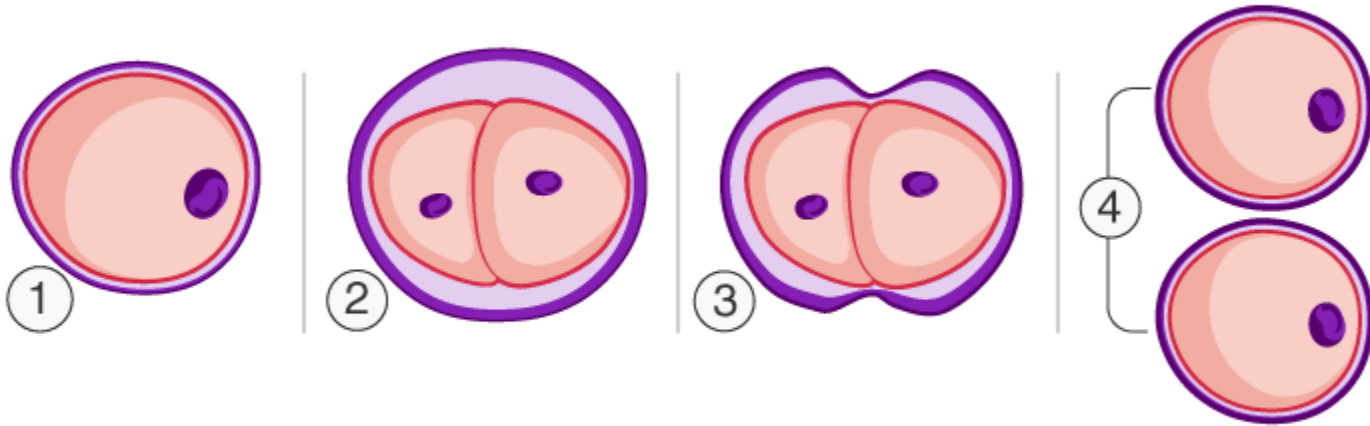
- **Pertumbuhan bakteri** = peningkatan jumlah sel, bukan ukuran sel.
- Terjadi melalui **pembelahan biner** → satu sel menjadi dua, lalu empat, delapan, dst (eksponensial).
- **Pembelahan biner** adalah cara utama bakteri bereproduksi.
- Disebut “biner” karena satu **sel induk membelah menjadi dua sel anak** yang identik secara genetik.
- Termasuk bentuk **reproduksi asexual** (tidak melibatkan gamet).

Pembelahan Biner



BINARY FISSION

BYJU'S
The Learning App



1 Parent cell

2 DNA Duplicates

3 Cytoplasm divides

4 Two daughter cells

Pembelahan Biner



Tahap 1 - Replikasi DNA

- Bakteri membuka gulungan dan mereplikasi kromosomnya, yang pada dasarnya menggandakan isinya.

Tahap 2 - Pertumbuhan Sel

- Setelah menyalin kromosom, bakteri mulai membesar sebagai persiapan untuk pembelahan biner.
- Hal ini diikuti oleh peningkatan isi sitoplasma.
- Ciri lain yang menonjol dari tahap ini adalah kedua untai DNA bermigrasi ke kutub sel yang berlawanan.

Pembelahan Biner



Tahap 3 - Segregasi DNA

- Sel memanjang dengan terbentuknya septum di tengahnya. Kedua kromosom juga terpisah pada fase ini.

Tahap 4 - Pembelahan Sel

- Dinding sel baru terbentuk pada fase ini, dan sel membelah di bagian tengah, membagi sel induk menjadi dua sel anak baru.
- Setiap sel anak mengandung salinan materi inti sebagai organel yang diperlukan.

Pembelahan Biner



0'	15'	30'	45'	60'	75'	90'	105'	120'	135'
1 sel	2 sel	4 sel	8 sel	16 sel	32 sel	64 sel	128 sel	256 sel	512 sel
2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9

- Dimulai dengan satu sel, jumlah sel yang dihasilkan = 2^n , dengan **n = jumlah pembelahan sel**.
- Ini menghasilkan **deret aritmatika 1, 2, 4, 8, 16, 32 dst**, untuk **n = 0 sampai 5 dst**.

Pembelahan Biner



Soal:

Misalkan sebuah sel bakteri memiliki waktu pembelahan rata-rata 15 menit. Berapa banyak sel anak yang akan dihasilkan dalam 1,5 jam melalui pembelahan biner?

Pembelahan Biner



Perhitungan:

$$1,5 \text{ jam} = 1,5 \times 60 = 90 \text{ menit}$$

Karena setiap sel yang membelah menghasilkan dua sel, jumlah sel bertambah 2 kali lipat untuk setiap pembelahan sel

$$\text{Pembelahan sel per sel dalam 1,5 jam} = 90 / 15 = 6$$

$$\text{Jumlah sel yang dihasilkan} = 2^{\text{Pembelahan sel}} = 2^6 = \mathbf{64 \text{ sel}}$$

Setelah 20 pembelahan, lebih dari satu juta sel bakteri dapat dihasilkan hanya dari satu sel asli.

$$\text{Perhitungan dengan kalkulator: } 2^{20} = 1.048.576 \text{ atau } 1,05 \times 10^6$$

$$\text{Dengan contoh di atas, ini akan memakan waktu } 20 \times 15 \text{ menit} = 300 \text{ menit} = \mathbf{5 \text{ jam}}.$$

Waktu Generasi



- Waktu generasi (*generation time / doubling time*) = waktu yang diperlukan **satu sel bakteri untuk membelah menjadi dua**, atau populasi untuk berlipat ganda dalam kondisi optimal.
- Menggambarkan **kecepatan pertumbuhan bakteri**.
- **Faktor yang mempengaruhi waktu generasi:**
 - a. **Jenis bakteri** (setiap spesies punya laju pertumbuhan berbeda).
 - b. **Kondisi lingkungan** (nutrisi, suhu, pH, oksigen, tekanan osmotik).
 - c. **Medium kultur** (padat vs cair, kaya nutrisi vs minimal).

Waktu Generasi Beberapa Bakteri

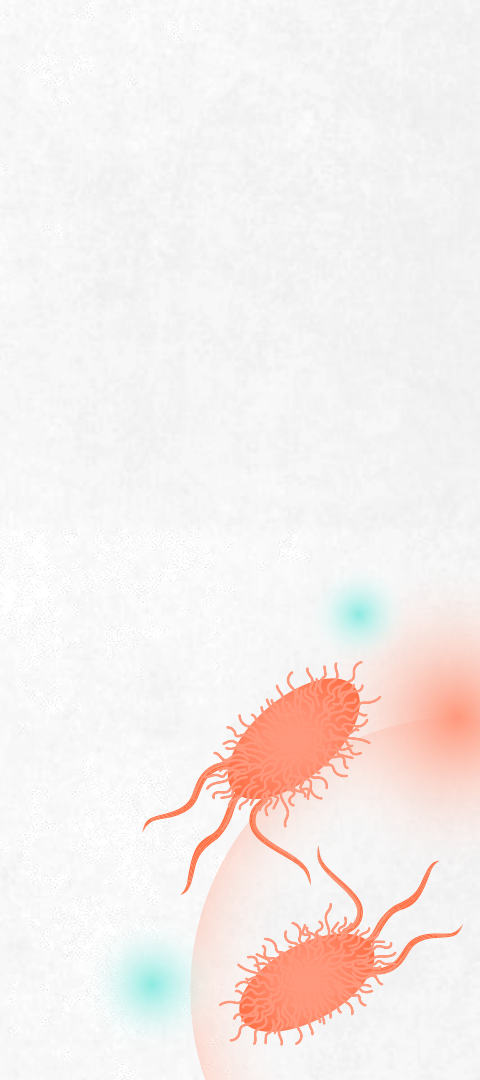


Bakteri	Waktu Generasi (optimal)	Keterangan
<i>Escherichia coli</i>	~20 menit	Bakteri usus, sering dipakai model lab
<i>Staphylococcus aureus</i>	~30 menit	Patogen kulit & infeksi nosokomial
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	12–24 jam	Pertumbuhan sangat lambat, penyebab TBC
<i>Clostridium perfringens</i>	~10 menit	Salah satu tercepat, penyebab gas gangrene
<i>Bacillus subtilis</i>	~30 menit	Bakteri tanah, model penelitian
<i>Treponema pallidum</i>	~33 jam	Pertumbuhan sangat lambat, penyebab sifilis

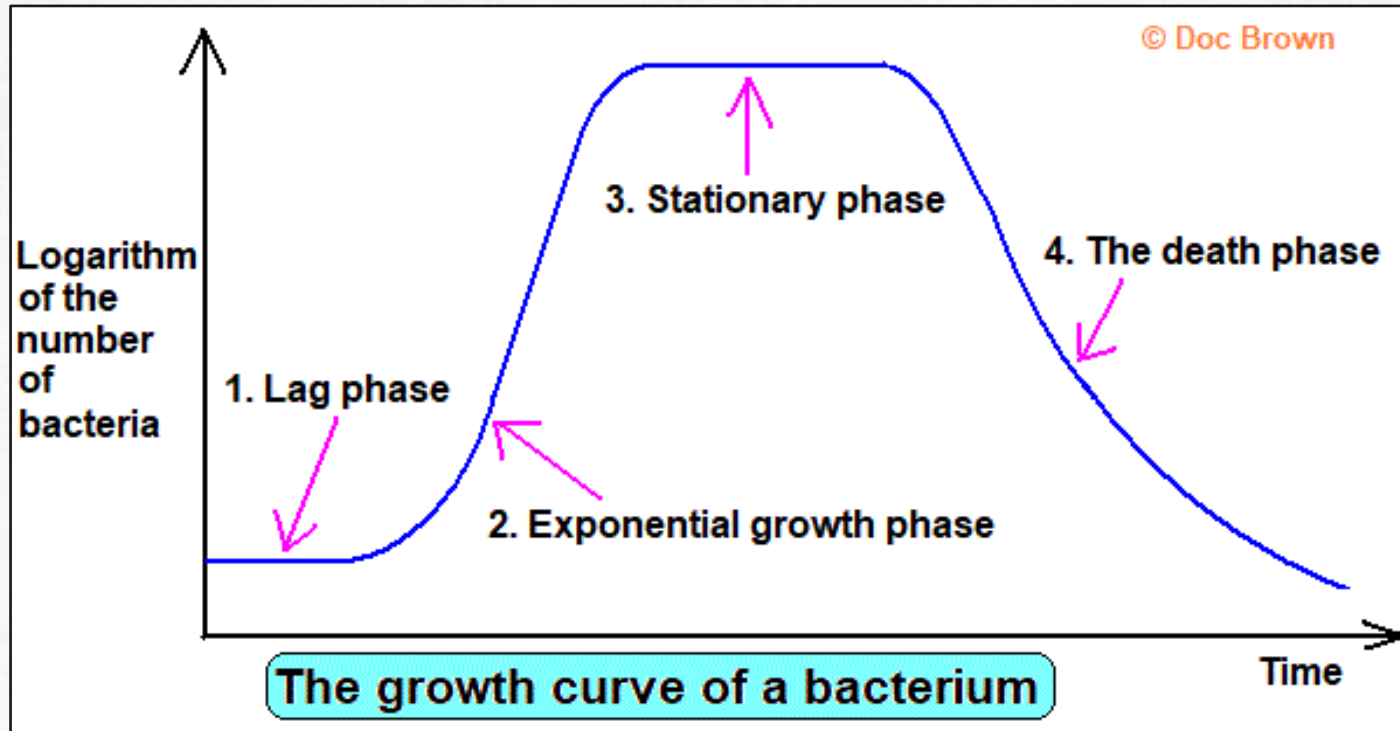


02

Kurva Pertumbuhan Bakteri



Kurva Pertumbuhan Bakteri



Fase Pertumbuhan Bakteri



1. Fase Lag (Adaptasi)

- Sel belum membelah, tetapi aktif secara metabolik.
- Terjadi sintesis enzim, protein, dan penyesuaian kondisi.

2. Fase Log (Eksponensial)

- Sel membelah cepat dan teratur → pertumbuhan maksimum. Laju pertumbuhan konstan (sesuai waktu generasi).
- Paling baik untuk penelitian fisiologi dan **uji antibiotik**.

Fase Pertumbuhan Bakteri



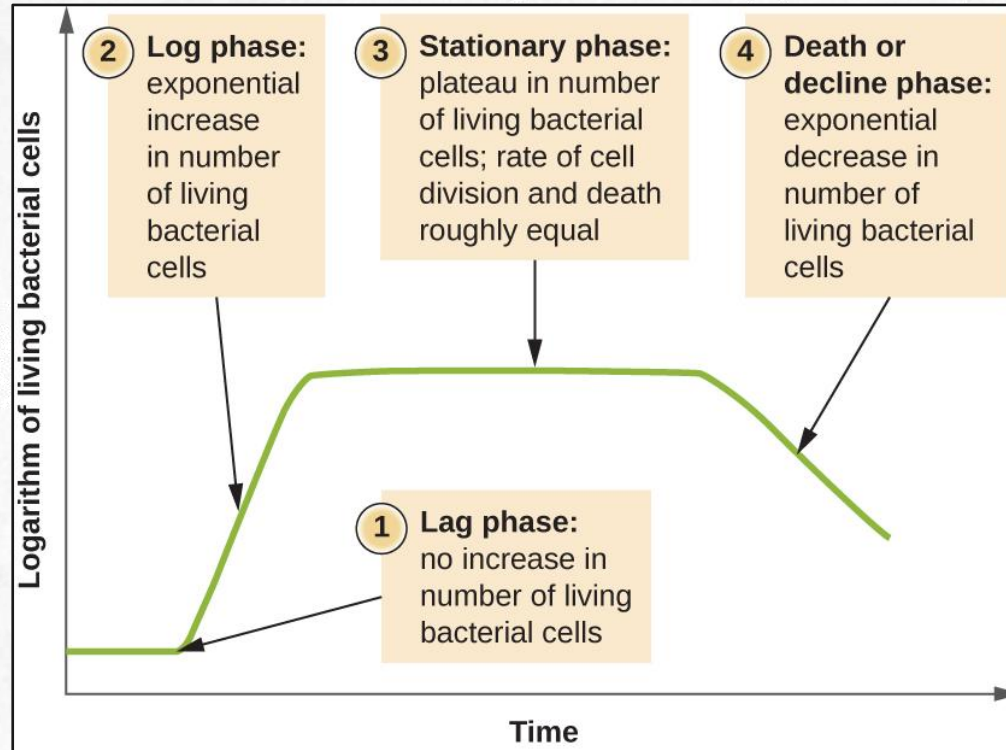
3. Fase Stasioner

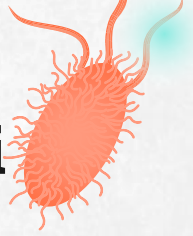
- Nutrien berkurang, limbah menumpuk.
- Jumlah sel yang membelah = jumlah sel yang mati.
- Banyak bakteri menghasilkan **metabolit sekunder** (misalnya antibiotik oleh *Streptomyces*).

4. Fase Kematian

- Sel mati lebih banyak dibanding yang hidup.
- Populasi menurun drastis.

Kurva Pertumbuhan Bakteri



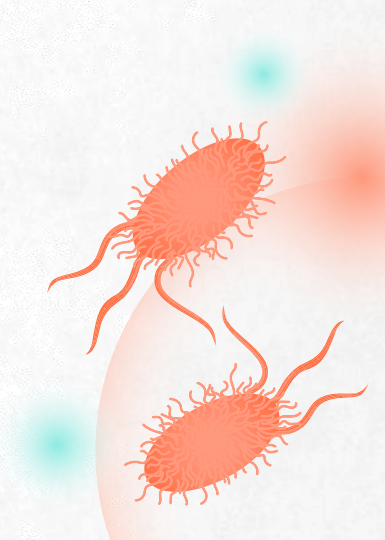


Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri

- **Fisik** : suhu, pH, tekanan osmotik, ketersediaan oksigen.
- **Kimia** : sumber karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, mineral, faktor pertumbuhan.
- **Interaksi mikroba** : simbiosis, kompetisi, quorum sensing.



03



Metode Pengukuran Pertumbuhan Bakteri

Metode Pengukuran Pertumbuhan Bakteri

Metode Langsung

- *Plate Count/Viable Cell Count*
- Filtrasi (very small numbers)
- *Most Probable Number (MPN)*
- *Direct Microscopic Count (Breed Count method: Petroff-Hausser counter)*
- *Electronic Counter*

Metode Tidak Langsung

- Turbiditas
- Pengukuran berdasarkan produk metabolit

Metode Pengukuran Secara Langsung

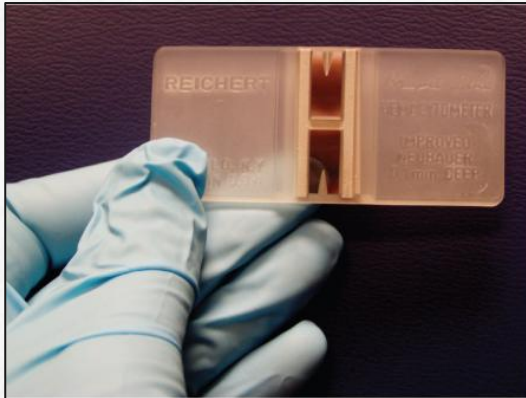


Direct Microscopic Count

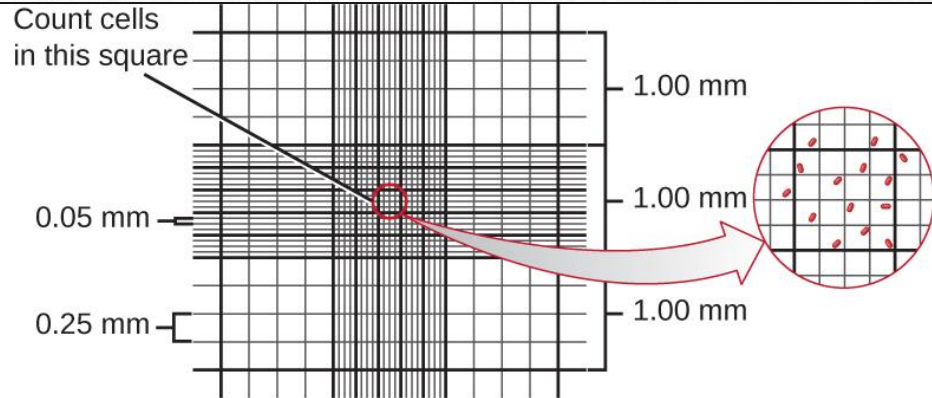
- Secara prinsip, *counting chamber* menggunakan **perhitungan Petroff-Hausser** untuk **bakteri** dan **hemositometer** untuk **mikroorganisme eukariot** (Treuer dan Haydel, 2011).
- Counting chamber menyediakan metode yang mudah, murah dan cepat.
- Tidak hanya itu saja, karakteristik makroskopik seperti ukuran dan bentuk morfologi dari mikroorganisme juga dapat dideskripsikan dengan metode ini.
- Metode ini hanya terbatas pada kultur mikroorganisme dengan jumlah yang banyak, yakni lebih besar dari **1.4×10^3 CFU/mL** (Kilungo, Carlton-Carew dan Powers, 2013).

Metode Pengukuran Secara Langsung

Direct Microscopic Count



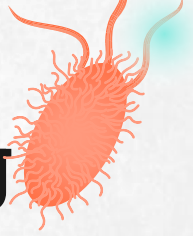
(a)



(b)

- (a) **Bilik Petroff-Hausser** adalah kaca objek khusus yang dirancang untuk menghitung sel bakteri dalam volume sampel yang terukur. Sebuah kisi diukir pada kaca objek untuk memudahkan penghitungan.
- (b) **Diagram kisi-kisi bilik Petroff-Hausser**, yang terdiri dari kotak-kotak dengan luas yang diketahui. Tampilan yang diperbesar menunjukkan kotak di mana bakteri (sel darah merah) dihitung.

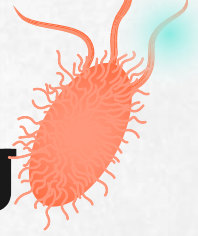
Metode Pengukuran Secara Langsung



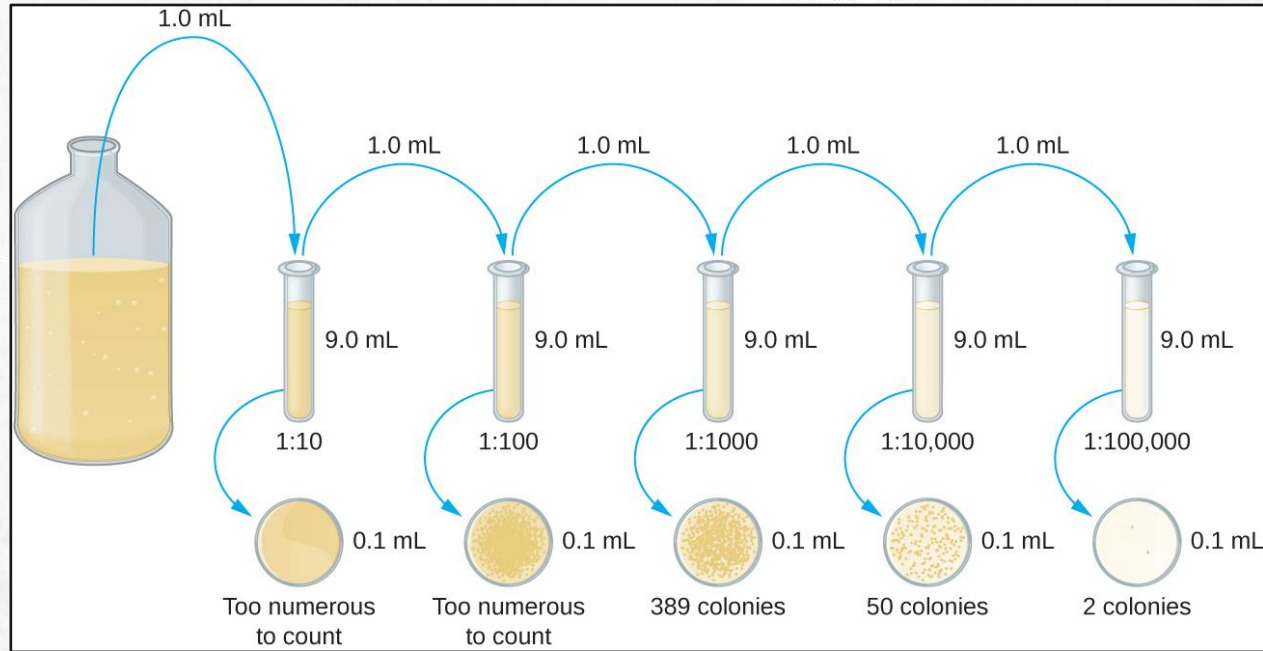
Metode Plate Count

- Metode plate count adalah **penghitungan sel viable atau hidup**.
- Hal ini didasarkan pada **prinsip bahwa sel viable bereplikasi dan menghasilkan koloni yang terlihat ketika diinkubasi** dalam kondisi yang sesuai untuk spesimen.
- Hasilnya biasanya dinyatakan sebagai unit pembentuk koloni per mililiter (**CFU/mL**).
- Metode ini biasanya digunakan untuk menghitung 30–300 koloni.
- Sampel dengan koloni yang **terlalu sedikit (<30)** tidak memberikan angka yang andal secara statistik, dan cawan yang **terlalu padat (>300 koloni)** menyulitkan penghitungan koloni secara akurat.
- Metode ini diawali dengan **serial dilution** kemudian diinokulasikan dengan menggunakan metode **spread plate** dan **pour plate**.

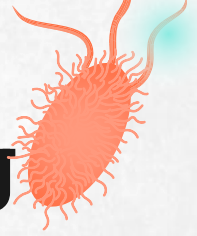
Metode Pengukuran Secara Langsung



Metode Plate Count: Serial Dilution



Metode Pengukuran Secara Langsung



Metode Plate Count: Pour Plate and Spread Plate

Pour Plate Method

1 Bacterial sample mixed with warm agar (45–50 °C)



2 Sample poured onto sterile plate



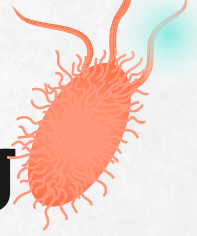
3 Sample swirled to mix, allowed to solidify



4 Plate incubated until bacterial colonies grow

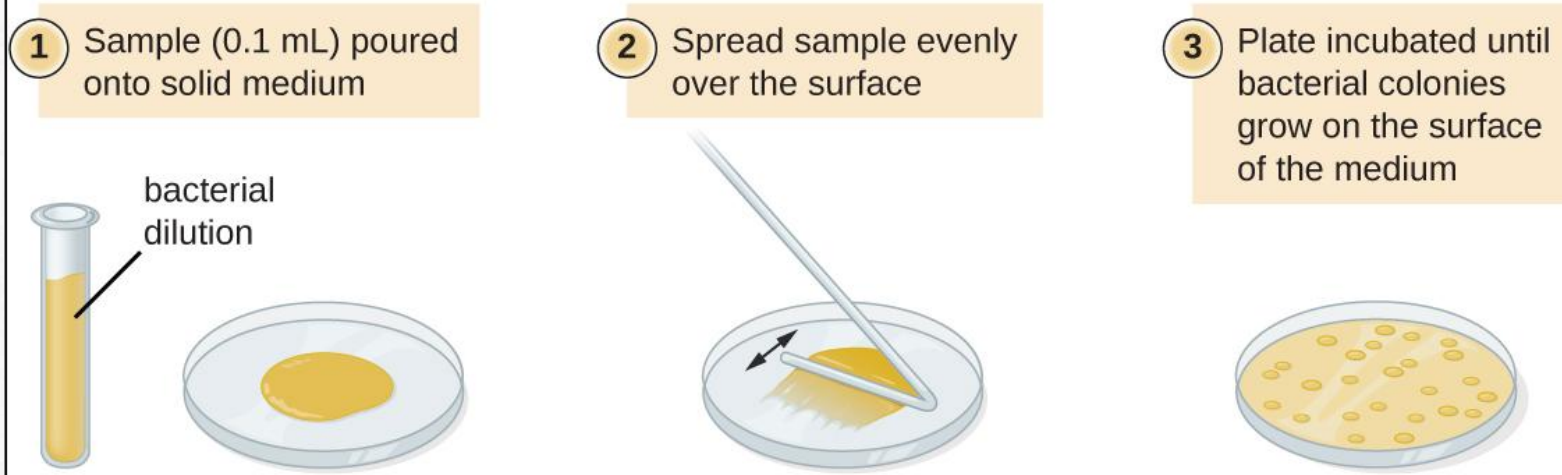


Metode Pengukuran Secara Langsung



Metode Plate Count: Pour Plate and Spread Plate

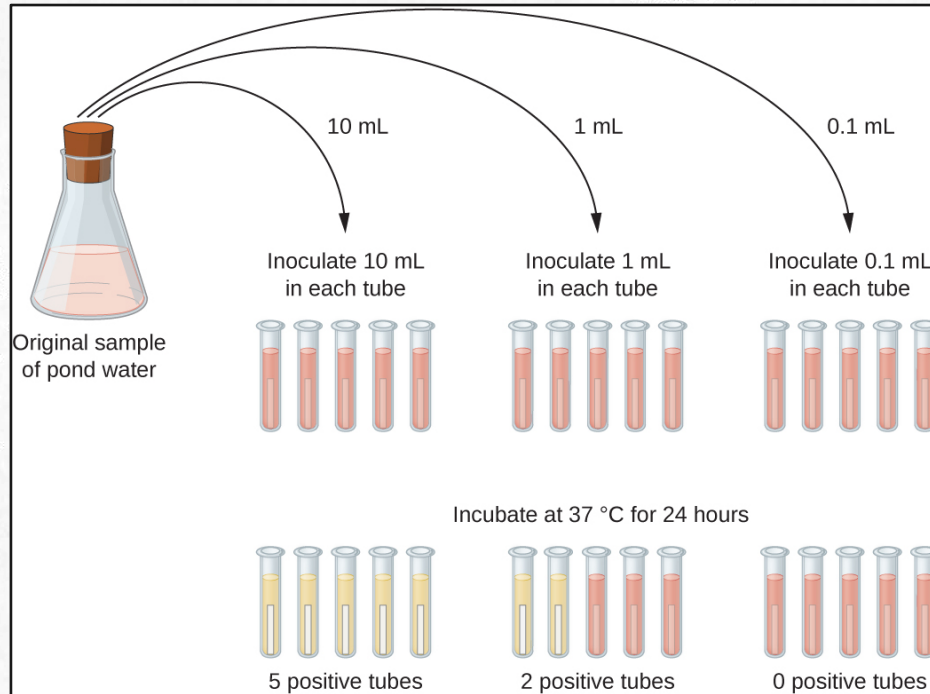
Spread Plate Method



Metode Pengukuran Secara Langsung



Most Probable Number (MPN)



Metode Pengukuran Secara Langsung



Colony Counter

- Metode *colony counter* merupakan metode pengukuran secara visual jumlah sel yang tampak.
- Satuan yang digunakan adalah ***colony forming unit (CFU)***.
- Pada metode ini, perhitungan koloni pada media cawan Petri dapat dilakukan jika **koloni berjumlah 25-300**.
- **Keuntungan** dari metode perhitungan pertumbuhan mikroorganisme dengan colony counter adalah sederhana, murah dan mudah.
- **Kerugian** dari metode ini adalah kurang akurat, dikarenakan koloni yang letaknya berdekatan atau bergerombol bisa saja mendapatkan perhitungan yang kurang sesuai.

Metode Pengukuran Secara Langsung



Colony Counter



Metode Pengukuran Secara Tidak Langsung



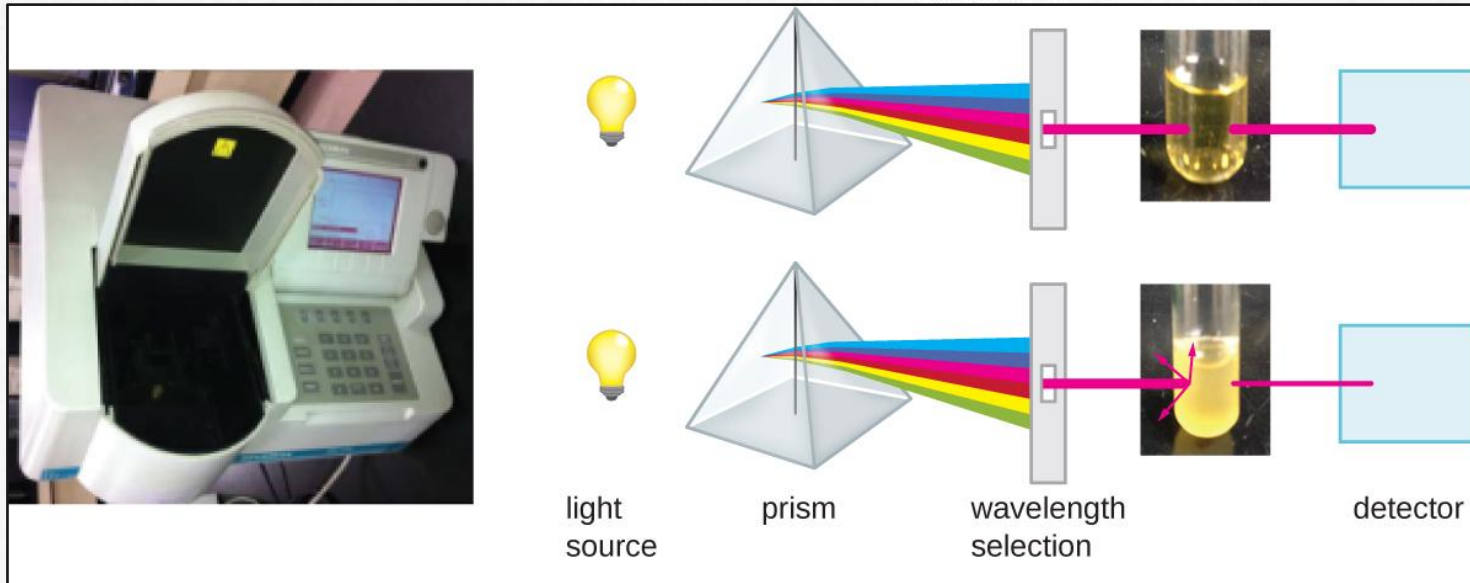
Pengukuran Kekeruhan Dengan Spektrofotometer (Turbiditas)

- Metode berdasarkan kekeruhan atau turbiditas dapat diukur dengan instrumen **spektrofotometer**.
- Umumnya, spektrofotometer dapat dilakukan pada **panjang gelombang 600nm**.
- Optical density pada panjang gelombang 600nm (OD600) menggambarkan **densitas atau kerapatan jumlah sel mikroorganisme pada kultur volume tertentu**.

Metode Pengukuran Secara Tidak Langsung



Pengukuran Kekeruhan Dengan Spektrofotometer (Turbiditas)



Metode Pengukuran Secara Tidak Langsung



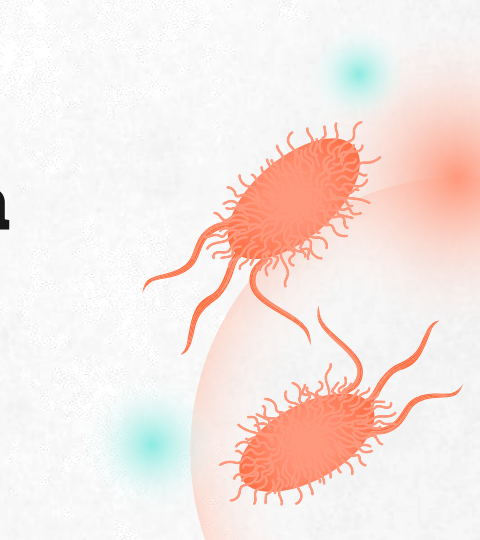
Pengukuran Berdasarkan Produk Metabolit

- Pengukuran berdasarkan produk metabolit menggambarkan bahwa hanya mikroorganisme yang dapat hiduplah yang akan melakukan reaksi-reaksi metabolisme.
- Produk metabolit diukur karena mewakili jumlah mikroorganisme yang hidup pada suatu kultur.



04

Pertumbuhan Mikroorganisme Eukariota



Pertumbuhan Mikroorganisme Eukariota



- **Eukariota** memiliki inti sejati, organel lengkap (mitokondria, retikulum endoplasma, dsb).
- Reproduksi bisa **aseksual** maupun **seksual**, lebih kompleks dibanding bakteri.
- Waktu generasi **lebih lama** daripada bakteri (jam–hari, sedangkan bakteri menit–jam).

Pertumbuhan Mikroorganisme Eukariota



1. Jamur (Fungi)

- **Ragi (yeast):** tumbuh dengan cara **tunas (budding)** atau **pembelahan mitosis**.
Contoh: *Saccharomyces cerevisiae* → digunakan dalam produksi etanol & rekayasa farmasi.
- **Kapang (mold):** pertumbuhan melalui **pemanjangan hifa** → membentuk miselium. Contoh: *Penicillium* menghasilkan antibiotik.

Pertumbuhan Mikroorganisme Eukariota



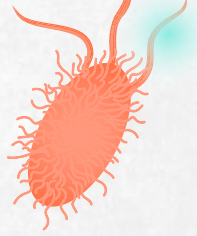
2. Protozoa

- Reproduksi **aseksual** → pembelahan biner, multiple fission (skizogoni).
- Reproduksi **seksual** pada beberapa spesies (misalnya *Plasmodium* → siklus seksual di nyamuk, aseksual di manusia).

3. Alga Mikroskopis

- Pertumbuhan dengan pembelahan sel (mitosis).
- Sebagian dapat bereproduksi seksual (konjugasi, gamet).

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan



- **Nutrisi:** sumber karbon (glukosa), nitrogen, vitamin, mineral.
- **Lingkungan:**
 - Suhu → sebagian jamur mesofilik (20–40 °C).
 - pH → jamur cenderung tahan asam (pH 4–6).
 - Oksigen → kebanyakan jamur aerob, protozoa bisa anaerob fakultatif.
- **Cahaya:** penting bagi alga (fotosintesis).

Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme Eukariota

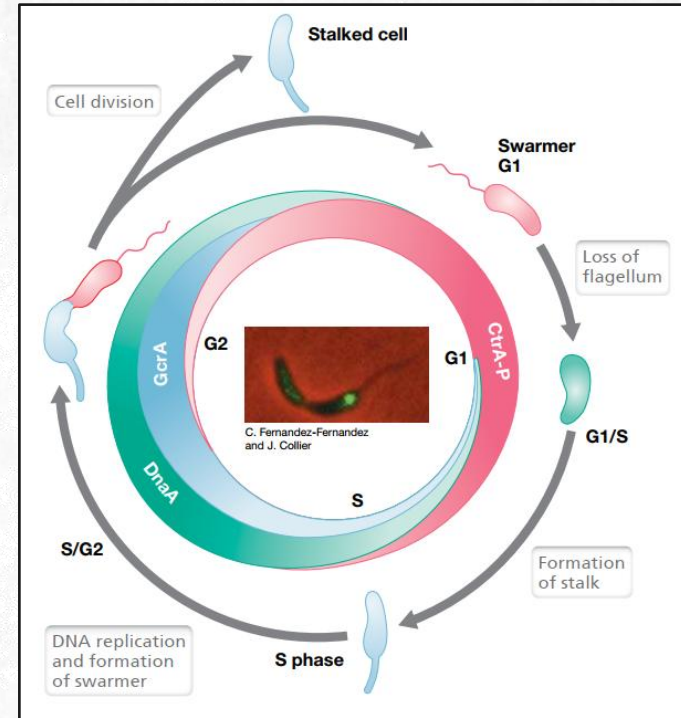


- Mikroorganisme eukariota dalam kultur juga menunjukkan kurva pertumbuhan:
 - **Lag phase** → adaptasi.
 - **Log phase** → pertumbuhan cepat (tunas/hifa memanjang).
 - **Stasioner** → keseimbangan antara pertumbuhan & kematian.
 - **Kematian** → kematian meningkat.
- Kurva ini mirip dengan bakteri, tapi **lebih lambat**.

Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme Eukariota

Siklus Sel pada *Caulobacter*

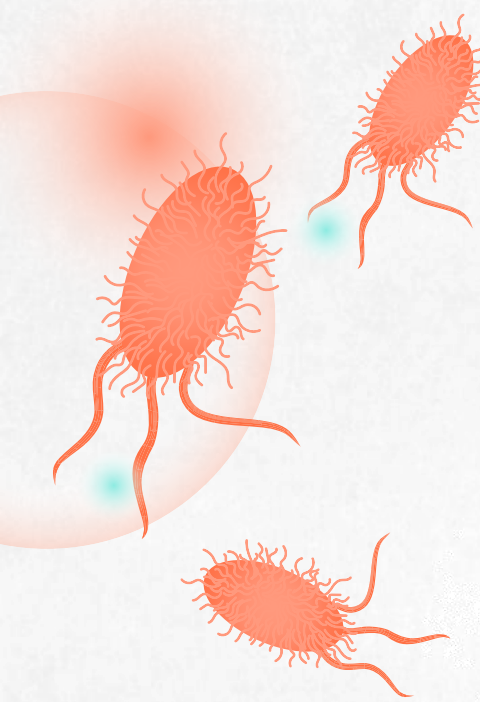
- Dalam siklus hidup *Caulobacter* tidak terjadi mitosis (**Amitosis**)
- Terdapat fase G1, G2, dan S, menjadikan bakteri ini model yang sangat baik untuk mempelajari peristiwa pembelahan sel pada organisme tingkat tinggi.



Referensi



- <https://byjus.com/biology/binary-fission/>
- <https://www.docbrown.info/ebiology/celldivision-8.htm>
- [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_\(OpenStax\)/09%3A_Microbial_Growth/9.01%3A_How_Microbes_Grow](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_(OpenStax)/09%3A_Microbial_Growth/9.01%3A_How_Microbes_Grow)

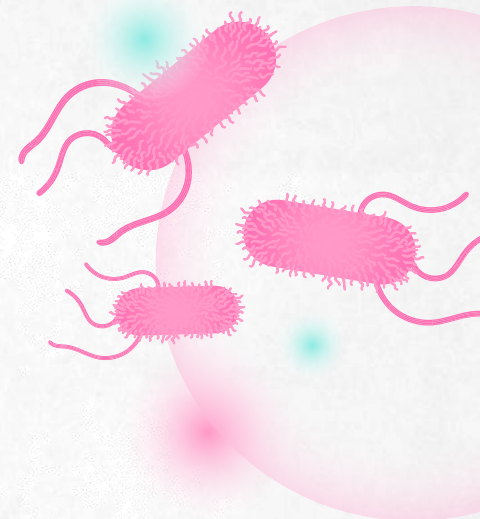


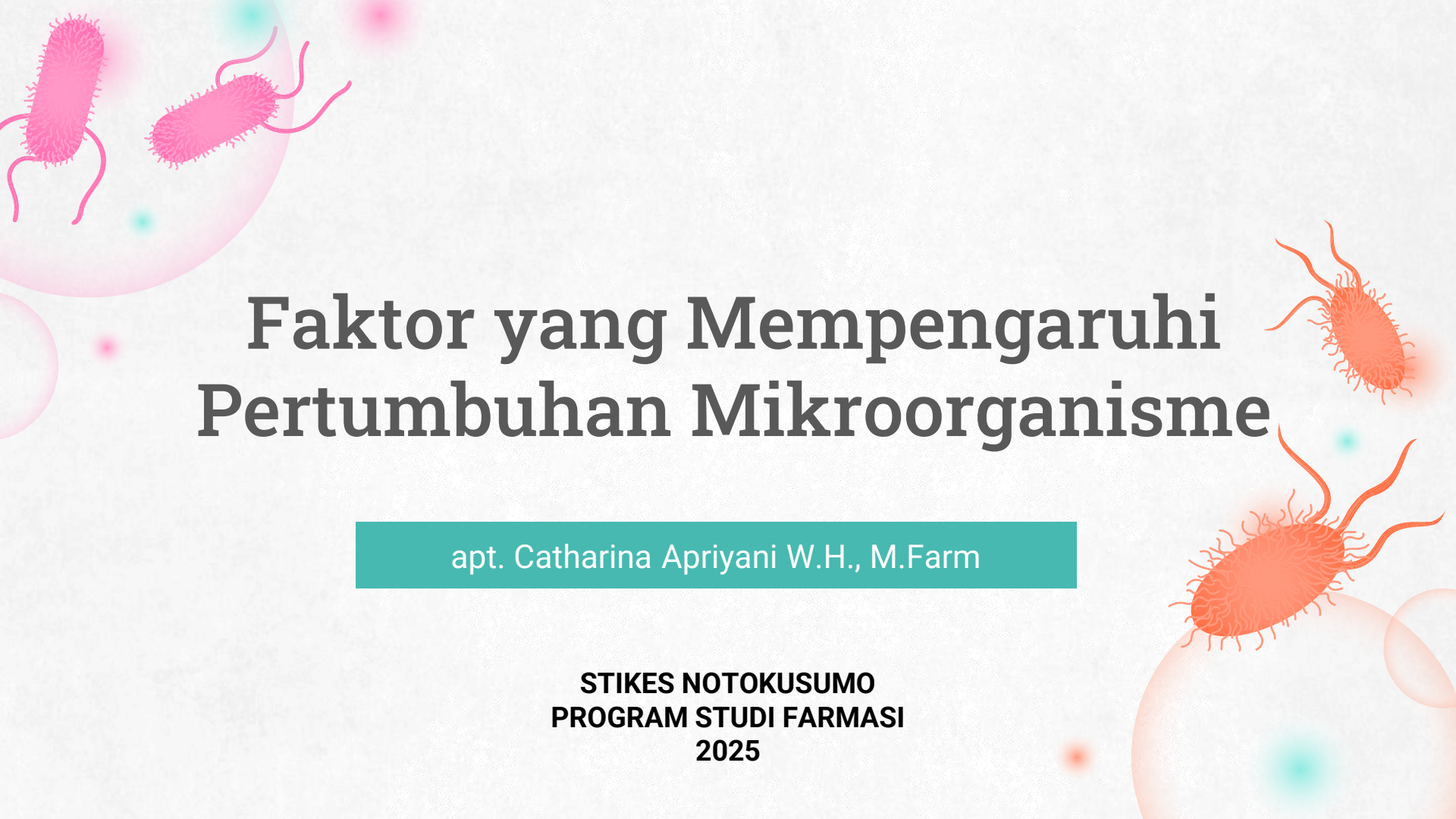
Thanks!

Do you have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, and includes icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution



The background features several stylized illustrations of microorganisms. In the top left, there are two pink, rod-shaped bacteria with flagella. In the bottom right, there are two larger, orange, oval-shaped bacteria with many flagella. There are also some smaller, teal-colored circular shapes scattered around.

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**STIKES NOTOKUSUMO
PROGRAM STUDI FARMASI
2025**

Topik



1. Pendahuluan

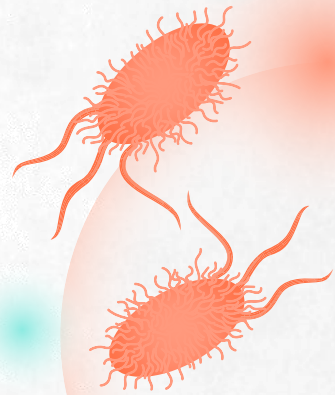
2. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme

- **Faktor Biotik**
- **Faktor Abiotik**



01

Pendahuluan



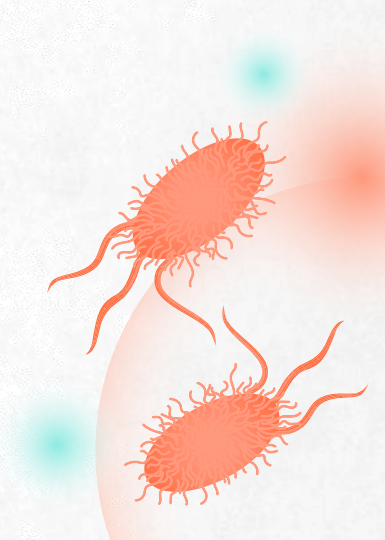
Pendahuluan



- Umumnya pertumbuhan mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Susilawati, Audia and Agustin, 2023). Diantaranya adalah **faktor biotik dan faktor abiotik**.
- **Faktor biotik** merupakan faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme itu sendiri.
- **Faktor abiotik** merupakan faktor eksternal mikroorganisme yang dapat mempengaruhi pertumbuhannya.
- Perubahan faktor lingkungan dapat menyebabkan perubahan sifat, morfologi maupun fisiologi mikroba (Van Dijck and JabraRizk, 2017).



02



**Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi
Pertumbuhan Mikroorganisme**

Faktor Biotik



Dalam konteks mikrobiologi farmasi, faktor biotik mencakup **interaksi antar mikroba** (bakteri, jamur, virus, dan protozoa) atau **antara mikroba dan inang** (misalnya manusia, hewan, tumbuhan).

a. Interaksi Mikroba dalam Populasi Tunggal

Dalam satu populasi, interaksi antar sel mikroba terjadi dalam dua cara:

- **Interaksi positif atau kooperatif** adalah interaksi yang menyebabkan peningkatan laju proliferasi misalnya pertumbuhan sel monomikroba menjadi koloni sel pada fase lag.
- **Interaksi negatif atau kompetitif** adalah interaksi yang menyebabkan rendahnya kecepatan pertumbuhan disebabkan tingginya kerapatan komunitas.

Faktor Biotik



b. Interaksi dalam Populasi Polimikroba

Nama Hubungan	Pengaruh Hubungan	
	Kelompok A	Kelompok B
Netralitas	0	0
Komensalisme	0	+
Sinergisme	+	+
Mutualisme	+	+
Kompetisi	-	-
Amensalisme	+	-
Predasi	+	-
Parasitisme	+	-

Faktor Biotik



Netralitas

- Interaksi antara dua kelompok mikroorganisme yang tidak saling memberi dampak satusama lain.
- Interaksi ini terjadi pada komunitas dengan kepadatan rendah, secara fisik mikrohabitatnya terpisah, atau komunitas di luar habitat aslinya

Komensalisme

- Hubungan antara dua kelompok yang hidup bersama dengan makanan yang sama tanpa banyak saling mempengaruhi

Sinergisme

- Interaksi kooperatif syntrophy pada suatu mikroorganisme yang menghasilkan produk sampingan metabolik yang menguntungkan pertumbuhan spesies sekitarnya

Faktor Biotik



Mutualisme

- Interaksi antara dua kelompok mikroorganisme yang saling membutuhkan dan menguntungkan keduanya

Kompeteisi

- Interaksi antara dua komunitas mikroba yang tidak menguntungkan satu sama lain

Amensalisme

- Interaksi mikroorganisme dalam dua populasi dimana salah satu populasi menghasilkan racun yang merugikan spesies lainnya, sementara pihak lain mendapat keuntungan atau tidak berdampak apapun

Faktor Biotik



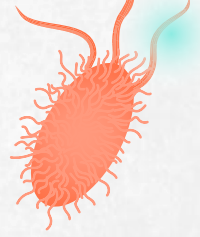
Parasitisme

- Interaksi dua komunitas, satu komunitas mendapat keuntungan (parasit) dan merugikan komunitas lain (tuan rumah).
- Parasitisme membutuhkan kontak fisik dan metabolik antara parasite dan host dalam waktu yang lama, parasit mengambil nutrisi sepenuhnya dari host.
- Ukuran host biasanya lebih besar dari pada parasitnya.

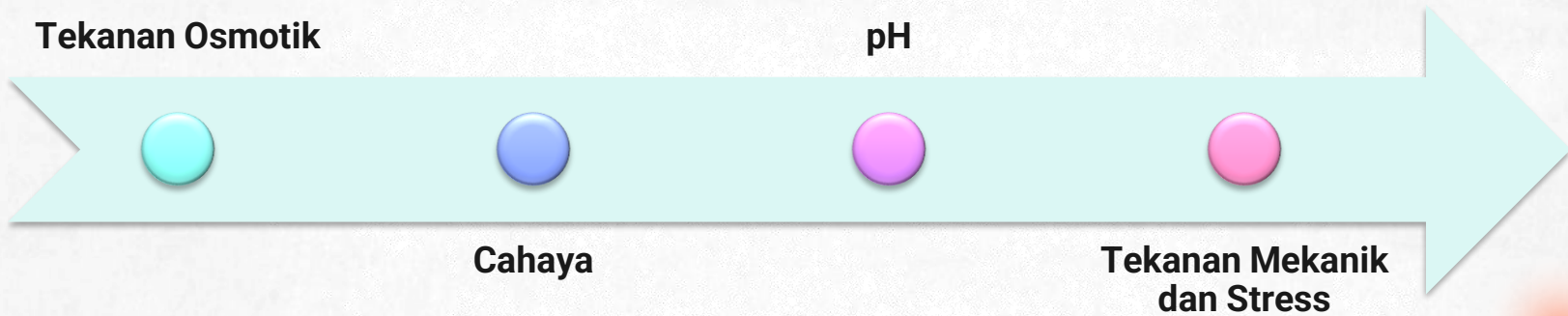
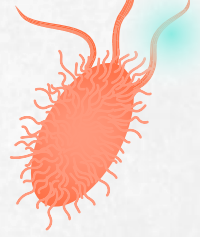
Predasi

- Interaksi antara mikroba pemangsa yang memangsa mikroba lain (prey).
- Umumnya ukuran pemangsa lebih besar dari pada prey dan proses memangsanya berlangsung cepat

Faktor Abiotik



Faktor Abiotik



Faktor Abiotik: Nutrien



- Mikroba tumbuh membutuhkan lingkungan yang sesuai dan unsur-unsur yang dapat mempengaruhi pertumbuhan, berupa komponen kimia yang dapat di metabolisme mikroba.
- Unsur ini berupa **bahan organik** yang meliputi unsur karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, fosfor dan belerang.
- **Ion anorganik** seperti kalium natrium, besi, magnesium, kalsium dan klorida.

Faktor Abiotik: Nutrien



Karbon

- Merupakan bahan organik
- Sumber energi

Nitrogen

- Terdapat di dalam asam amino dan protein
- Beberapa bakteri menggunakan NH_4^+ atau NO_3^-
- Hanya sedikit bakteri yang menggunakan N_2 untuk fiksasi nitrogen

Faktor Abiotik: Nutrien



Sulfur

- Terdapat dalam asam amino, tiamin, dan biotin
- Beberapa bakteri menggunakan SO_4^{2-} atau H_2S

Fosfor

- Terdapat di dalam DNA, RNA, membran, dan ATP
- PO_4^{3-} merupakan sumber fosfor

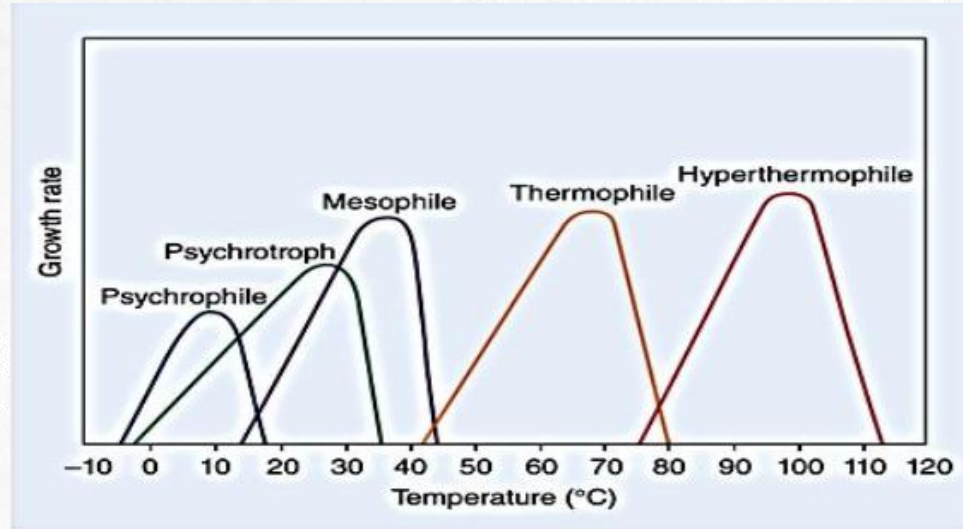
Faktor Abiotik: Suhu



- Metabolisme sel mikroba sangat dipengaruhi oleh suhu, salah satunya adalah **denaturasi protein** yang terjadi pada suhu tinggi dan menghambat aktivitas enzim dan kerusakan sel dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan biomassa.
- Mikroba tumbuh membutuhkan kisaran suhu tertentu, yang dapat dikategorikan sebagai berikut:
 - **Suhu terendah** adalah suhu paling rendah mikroba masih mengalami pertumbuhan
 - **Suhu optimal** adalah suhu pertumbuhan terbaik yang dibutuhkan mikroba
 - **Suhu tertinggi** adalah suhu paling tinggi mikroba masih dapat tumbuh



Faktor Abiotik: Suhu



- Psikrofilik : 5 - 15 °C, suhu pertumbuhan optimal 15°C
- Psikotrof : 20 - 30 °C, namun juga dapat tumbuh pada suhu yang lebih rendah
- Mesofil : 30 - 37 °C, dapat tumbuh pada suhu minimum 15°C
- Termofilik : 40 - 75 °C, suhu tertinggi adalah 75°C

Faktor Abiotik: Oksigen



- Oksigen (O_2) merupakan faktor lingkungan penting bagi mikroorganisme, terutama karena:
 - Digunakan sebagai penerima elektron terakhir (electron acceptor) dalam respirasi aerob.
 - Dapat membentuk radikal bebas toksik (O_2^- , H_2O_2 , $OH\cdot$) yang berbahaya bagi sel jika tidak dinetralisasi oleh enzim pelindung.

Faktor Abiotik: Oksigen



Toksik yang dibentuk oksigen:



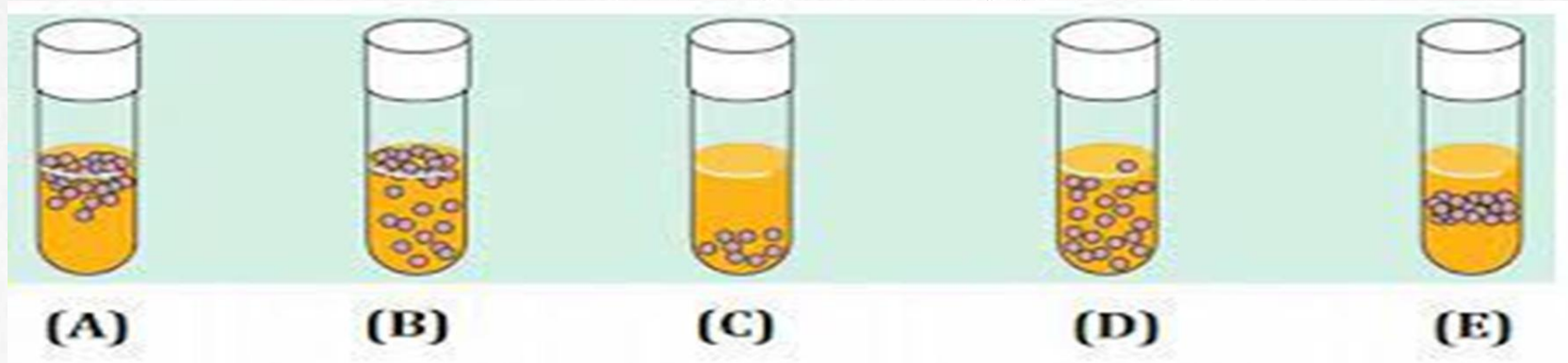
Faktor Abiotik: Oksigen



Untuk dapat hidup di lingkungan beroksigen, mikroba memerlukan enzim berikut:

Enzim	Fungsi
Superoksida dismutase (SOD)	Mengubah radikal superoksida (O_2^-) menjadi H_2O_2 dan O_2 .
Katalase	Mengubah $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$.
Peroksidase	Menguraikan H_2O_2 tanpa menghasilkan O_2 bebas.

Faktor Abiotik: Oksigen



Bakteri Aerob Obligate:

berkumpul di bagian **permukaan atas** tabung agar dapat memperoleh oksigen secara maksimal

Bakteri Anaerob Fakultatif:

Menyebar, lebih padat di atas tabung

Bakteri Anaerob Obligate:

Berkumpul di **dasar** tabung untuk menghindari oksigen

Bakteri Aerotoleran:

Tidak dipengaruhi oksigen, bakteri ini **tersebar merata di seluruh** tabung

Bakteri Mikroaerofil:

- Berkumpul di bagian **bawah tabung**
- Bakteri ini memerlukan oksigen tetapi dalam konsentrasi yg rendah

Faktor Abiotik: Oksigen



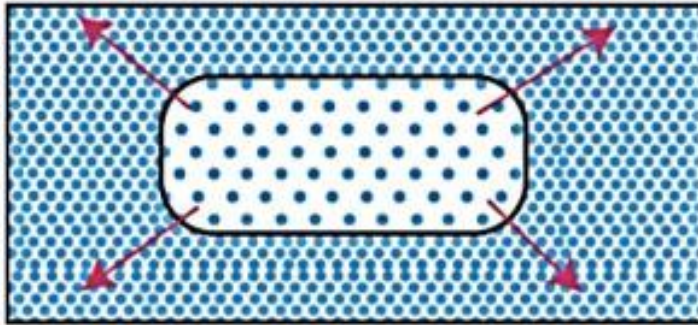
Jenis Mikroorganisme	Kebutuhan O ₂	Contoh Mikroba
1. Aerob Obligat	Memerlukan O ₂ untuk respirasi	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
2. Anaerob Obligat	Mati bila terkena O ₂	<i>Clostridium tetani</i> , <i>Clostridium botulinum</i>
3. Anaerob Fakultatif	Dapat hidup dengan atau tanpa O ₂ (lebih baik dengan O ₂)	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
4. Mikroaerofil	Butuh O ₂ dalam kadar rendah (2–10%)	<i>Helicobacter pylori</i> , <i>Campylobacter jejuni</i>
5. Aerotoleran	Tidak butuh O ₂ tapi tahan terhadapnya	<i>Lactobacillus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i>

Faktor Abiotik: Tekanan Osmotik

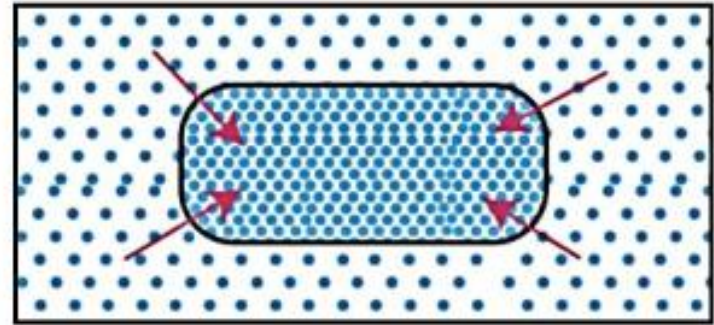


- Tekanan osmotik adalah tekanan yang dibutuhkan untuk mencegah aliran air melalui membran semipermeabel dari larutan berkonsentrasi rendah ke larutan berkonsentrasi tinggi.
 - Air bergerak melalui membran sel secara osmosis.
 - Tujuannya: menyeimbangkan konsentrasi zat terlarut (solut) di dalam dan di luar sel.
 - Perubahan keseimbangan ini mempengaruhi volume, tekanan, dan integritas sel mikroba.

Faktor Abiotik: Tekanan Osmotik



Hypertonic Solution



Hypotonic Solution

Faktor Abiotik: Tekanan Osmotik



Kondisi Lingkungan	Deskripsi	Dampak pada Sel Bakteri
Isotonik	Konsentrasi solut di luar = di dalam sel	Tidak ada perpindahan air; sel tetap stabil.
Hipotonik	Konsentrasi solut luar < dalam sel	Air masuk ke dalam sel → sel mengembang. Bakteri biasanya tidak pecah karena adanya dinding sel.
Hipertonik	Konsentrasi solut luar > dalam sel	Air keluar dari sel → plasmolisis (sitoplasma mengkerut, pertumbuhan terhenti).

Faktor Abiotik: Cahaya



- **Kondisi gelap** memberikan **keuntungan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan mikroba.**
- Mikroba sangat sensitif terhadap sinar ultraviolet dan radiasi dari sinar matahari. Atau **sinar ultraviolet dari lampu** yang memiliki sifat **bakteriosida.**
- Paparan cahaya dapat mempengaruhi produksi pigmen.
- Pigmen dari mikrobakteri fotokromogenik membentuk pigmen hanya jika terkena cahaya.

Faktor Abiotik: pH

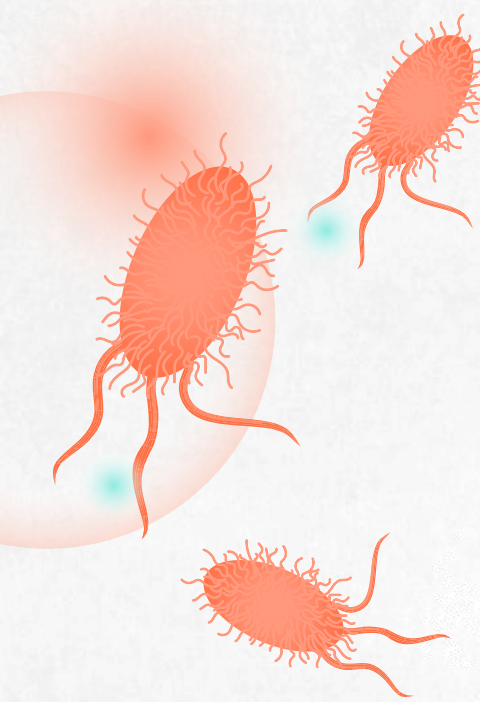


Jenis Mikroorganisme	Rentang pH Optimum	Contoh Mikroba
Asidofil	< 5,5	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Thiobacillus ferrooxidans</i>
Netrofil	5,5 – 8,0	<i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Alkalofil	> 8,0	<i>Bacillus alcalophilus</i> , <i>Vibrio cholerae</i>
Jamur	4,0 – 6,0	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i>
Ragi (yeast)	4,0 – 6,5	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>

Faktor Abiotik: Tekanan Mekanik dan Stress



- Mikroba meskipun memiliki dinding sel yang kuat, tetap saja bisa terjadi kerusakan atau pecah jika mengalami tekanan mekanik seperti **penggilingan** atau **guncangan kuat**, selain itu **paparan getaran ultrasonik** juga dapat menghancurkan dinding sel mikroba.

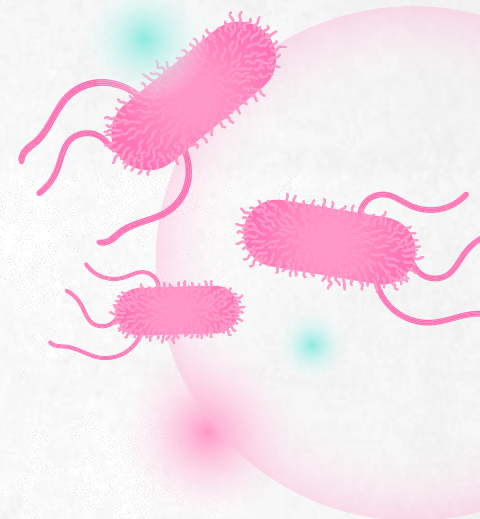
Three stylized orange bacteria with flagella are positioned on the left side of the slide. One is large and partially obscured by a large orange circle, while two others are smaller and positioned above and below it.

Thanks!

Do you have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, and includes icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution

Three stylized pink bacteria with flagella are positioned on the right side of the slide. One is large and partially obscured by a large pink circle, while two others are smaller and positioned above and below it.