



# Pertumbuhan Mikroorganisme

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

**STIKES NOTOKUSUMO  
PROGRAM STUDI FARMASI  
2024**



01



# Pertumbuhan Bakteri



# **Pertumbuhan mikroorganisme??**



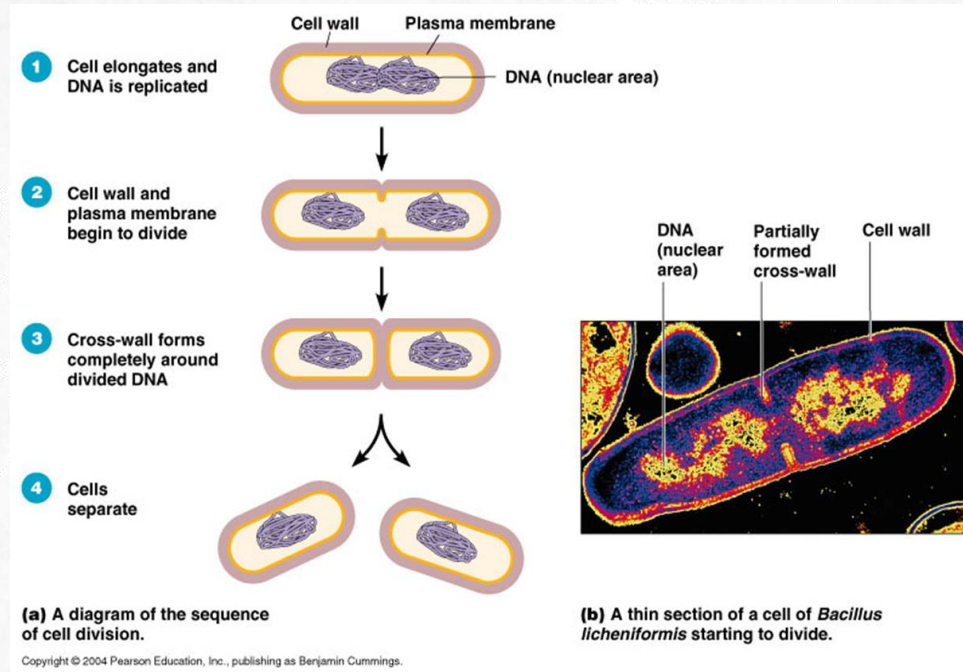
# Pertumbuhan

- Pertumbuhan pada organisme makro merupakan proses bertambahnya ukuran atau substansi atau masa zat suatu organisme. Misalnya: bertambah tinggi, bertambah besar
- Pada organisme bersel satu pertumbuhan lebih diartikan sebagai pertumbuhan koloni, yaitu penambahan jumlah koloni yang semakin besar.
- Sedangkan, pada mikroorganisme diartikan sebagai penambahan jumlah sel mikroorganisme itu sendiri.



# Pembelahan Biner Bakteri

Ciri khas reproduksi bakteri adalah pembelahan biner (*binary fussion*)



# Tabel Pembelahan Biner Bakteri

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
$2^0$	$2^1$	$2^2$	$2^3$	$2^4$	$2^5$	$2^6$	$2^7$	$2^8$	$2^9$

Setiap 15 menit bakteri melakukan pembelahan biner.  
Hubungan antara pertambahan sel dengan waktu adalah berbentuk geometrik eksponensial dengan **rumus  $2^n$**

# Waktu Generasi

- Waktu generasi adalah selang waktu yang dibutuhkan sel untuk membelah diri atau selang waktu yang dibutuhkan untuk populasi menjadi berjumlah dua kali lipat
- Tiap spesies bakteri memiliki waktu generasi yang berbeda-beda
- Contoh: *Escherichia coli*, bakteri umum yang dijumpai di saluran pencernaan dan di tempat lain, memiliki waktu generasi 15-20 menit



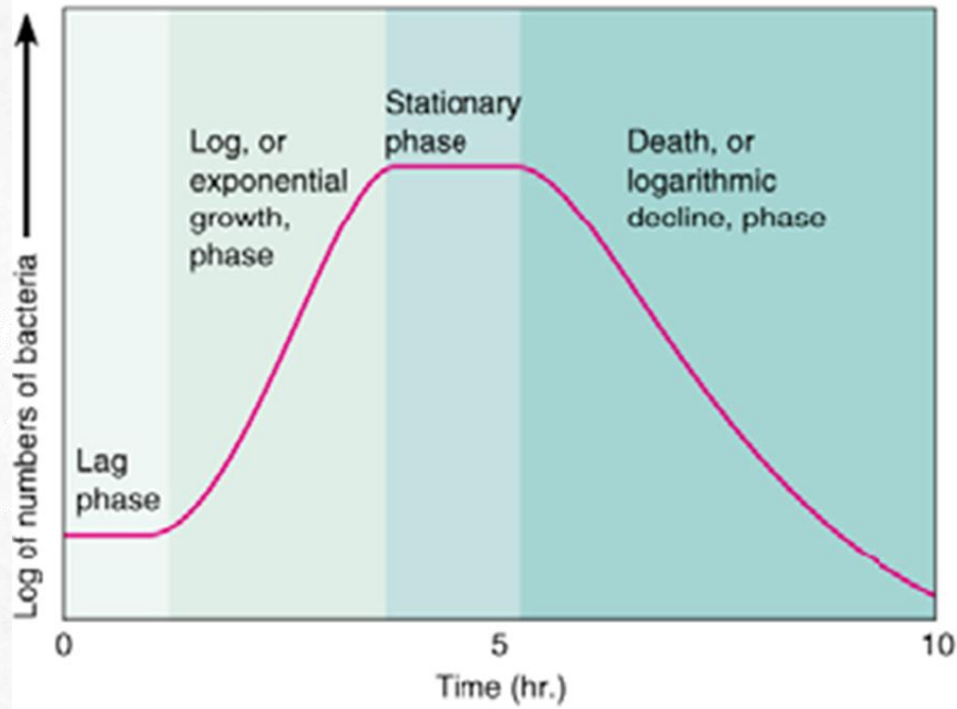
# Kurva Pertumbuhan Bakteri

- Kurva pertumbuhan bakteri dibuat untuk menggambarkan karakteristik pertumbuhan bakteri dalam suatu medium
- Ada 4 fase pertumbuhan mikroorganisme, yaitu :
  - Fase lag
  - Fase log (eksponensial)
  - Fase stasioner
  - Fase kematian





# Kurva Pertumbuhan Bakteri



# Kurva Pertumbuhan Bakteri

- **Fase Lag**

Pada fase ini tidak terjadi penambahan jumlah sel, tetapi aktivitas metabolisme sedang berlangsung untuk persiapan pembelahan sel. Disebut juga sebagai fase adaptasi (penyesuaian)

- **Fase Log (Eksponensial)**

Pola pertumbuhan yang seimbang dan cepat. Sel-sel bakteri membelah secara teratur dengan laju yang konstan, tergantung pada komposisi medium kultur dan kondisi inkubasi sampai nutrisi habis.



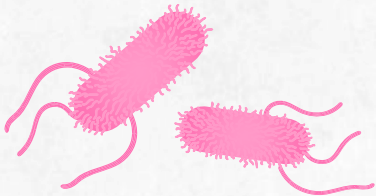
# Kurva Pertumbuhan Bakteri

- **Fase Stationer**

Terjadi penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrisi mulai habis, akibatnya terjadi kompetisi nutrisi sehingga beberapa sel mati sedangkan yang lainnya tetap hidup. Pada fase ini bakteri masih melakukan aktivitas memproduksi metabolit sekunder seperti antibiotik.

- **Fase Kematian**

Grafik menunjukkan penurunan secara tajam karena merupakan akhir dari suatu individu yang kembali ke titik awal.





02

# **Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri**



# Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba

## Faktor Fisik

- Temperatur
- pH
- Tekanan osmosis
- Oksigen
- Radiasi

## Faktor Kimia

- Nutrisi
  - Makroelemen: karbon (C), oksigen (O), hydrogen (H), nitrogen (N), dst.
  - Mikroelemen: mangan (Mn), zinc (Zn), kobalt (Co), dst.
- Media kultur

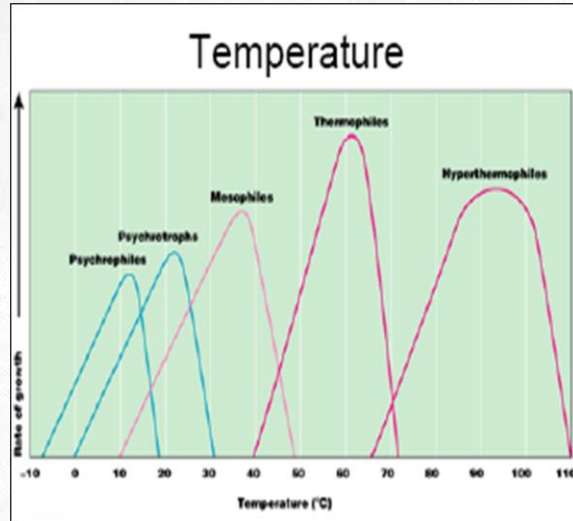


# Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri

## 1. Temperatur

- Merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme.
- Suhu dapat mempengaruhi mikroba dalam dua cara yang berlawanan:
  - Suhu naik maka kecepatan metabolisme naik dan pertumbuhan dipercepat. Sebaliknya, apabila suhu turun maka kecepatan metabolisme akan menurun dan pertumbuhan diperlambat.
  - Jika suhu naik atau turun secara drastis, tingkat pertumbuhan akan terhenti, komponen sel menjadi tidak aktif dan rusak, sehingga sel-sel menjadi mati

# Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri



- Psikrofil : 0°C-15°C, contoh: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*
- Psikotrof : 20°C-30°C
- Mesofil : 20°C- 45°C
- Termofil : 55°C -65°C, maksimal 100°C

# **Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri**

## **2.pH**

- pH berpengaruh terhadap sel dengan mempengaruhi metabolisme
- Umumnya bakteri tumbuh pada pH 6,5 - pH 7,5
- Sedikit bakteri yang hidup pada pH di bawah 4,0



# **Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri**

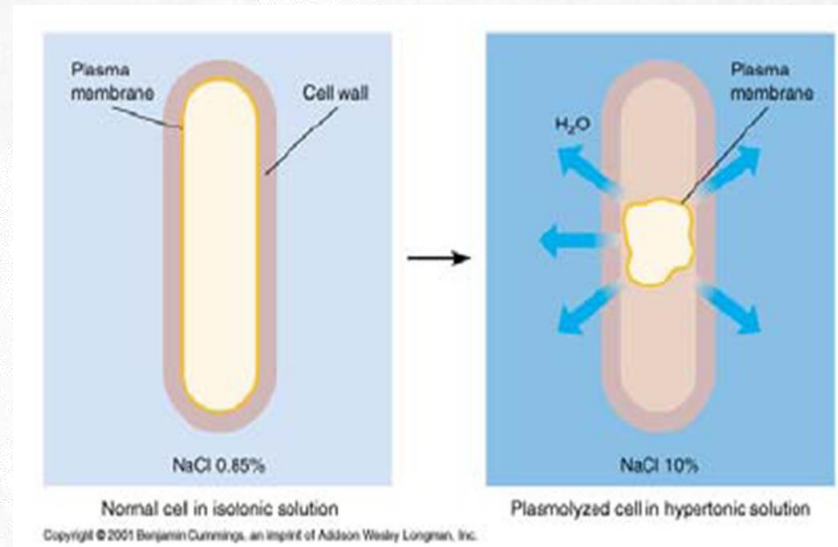
## **3. Tekanan Osmotik**

- Keberadaan mikroorganisma di lingkungan dapat dipengaruhi oleh kepekatan suspensi/cairan di lingkungan.
- Bila kepekatan suspensi di lingkungan tinggi maka isi sel akan ke luar. Sebaliknya kepekatan suspensi di lingkungan rendah maka akan terjadi pergerakan massa cair ke dalam sel

# Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri

## Tonistas

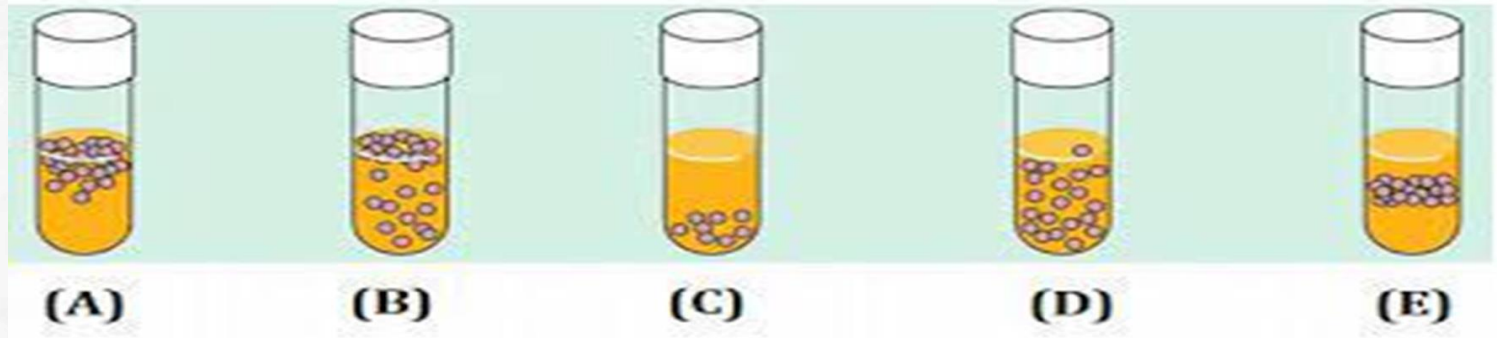
- ✓ Isotonik (0,85% NaCl)
- ✓ Hipertonik
- ✓ Hipotonik



# Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri

## 4. Oksigen

- Mikroorganisme memiliki karakteristik sendiri-sendiri di dalam kebutuhannya akan oksigen.



**Bakteri Obligat Aerob:**  
berkumpul di bagian **permukaan atas** tabung agar dapat memperoleh oksigen scr maks

**Bakteri Fakultatif:**  
**Sebagian besar** berkumpul **diatas** tabung, karena harus melakukan respirasi aerob

**Bakteri Obligat Anaerob:**  
Berkumpul **didasar** tabung untuk menghindari oksigen

**Bakteri Aerotoleran:**  
Tidak dipengaruhi oksigen, bakteri ini **tersebar di seluruh** tabung

**Mikroaerofil:**  
Berkumpul di bagian **atas tabung, tetapi bukan di bag. permukaan**. Bakteri ini memerlukan oksigen tetapi dalam konsentrasi yg rendah

# Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri

- Oksigen dapat bersifat letal untuk beberapa mikroorganisme
- Harus dinetralisir terlebih dahulu oleh enzim:
  - Superoksida dismutase
  - Katalase
  - Peroksidase
- Jika mikroorganisme tidak menghasilkan enzim tersebut maka organisme tersebut bersifat anaerob.

# Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri

## Toksik yang dibentuk Oksigen



# Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri

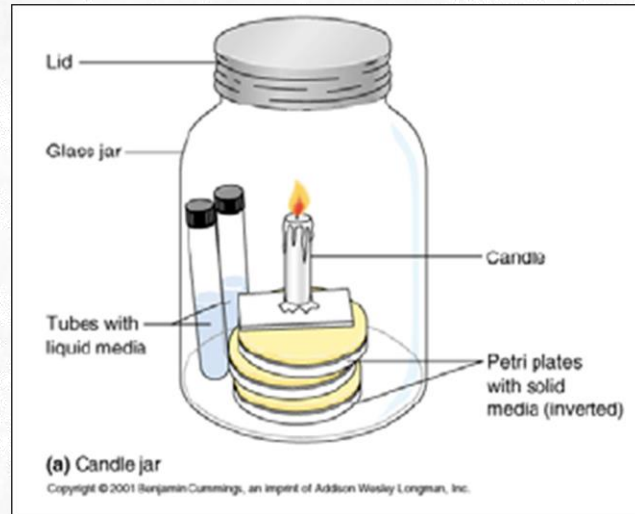
## Teknik Kultur Khusus: Bakteri Mikroaerofilik

- Tumbuh dengan baik pada level  $O_2$  di bawah normal dan level  $CO_2$  di atas normal
- Atmosfir normal
  - - 21 %  $O_2$
  - - 0,3 - 3 %  $CO_2$

# Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri

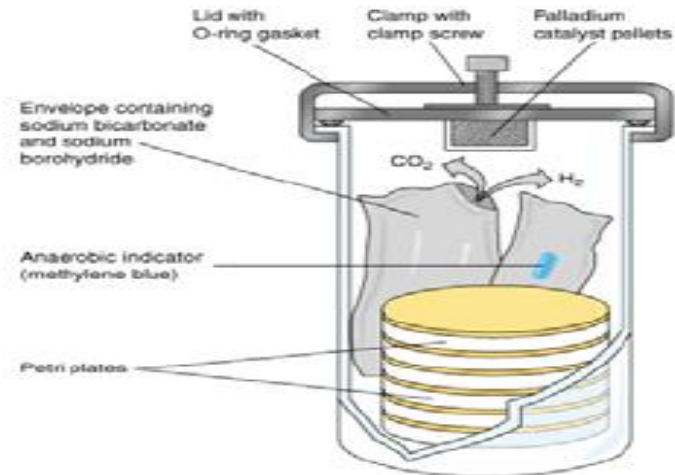
Meningkatkan level  $\text{CO}_2$  untuk menumbuhkan bakteri Mikroaerofilik dengan metode *Candle Jar*

- 16 %  $\text{O}_2$
- 4 %  $\text{CO}_2$



# Pengaruh Faktor Fisik pada Pertumbuhan Bakteri

***Anaerobic jar*** mengeliminasi oksigen untuk menumbuhkan bakteri anaerob



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



# Pengaruh Faktor Kimia pada Pertumbuhan Bakteri

## 1. Nutrisi

### Karbon

- Sumber energi
- Struktur organik molekul
- Bakteri yang bersifat kemoheterotrop
- Menggunakan karbon organik
- Bakteri autotrop menggunakan  $\text{CO}_2$

### Nitrogen

- Terdapat di dalam asam amino dan protein
- Umumnya bakteri berperan sebagai dekomposer protein
- Beberapa bakteri menggunakan  $\text{NH}_4^+$  atau  $\text{NO}_3^-$
- Hanya sedikit bakteri yang menggunakan  $\text{N}_2$  untuk fiksasi nitrogen

# Pengaruh Faktor Kimia pada Pertumbuhan Bakteri

## Sulfur

- Terdapat dalam asam amino, tiamin, dan biotin
- Beberapa bakteri menggunakan  $\text{SO}_4^{2-}$  atau  $\text{H}_2\text{S}$

## Fosfor

- Terdapat di dalam DNA, RNA, membran, dan ATP
- $\text{PO}_4^{3-}$  merupakan sumber fosfor

# **Pengaruh Faktor Kimia pada Pertumbuhan Bakteri**

## **2. Media Kultur**

- Media kultur: Nutrisi yang dipersiapkan untuk pertumbuhan mikroba
- Steril: Tidak ada mikroba yang tumbuh
- Inokulum: Memperkenalkan mikroba ke dalam media
- Kultur: Mikroba tumbuh di dalam/pada media kultur

# Pengaruh Faktor Kimia pada Pertumbuhan Bakteri

Berdasarkan konsistensinya, media dikelompokkan menjadi 2:

## Media Cair (Liquid Media)

- Disebut rich media (broth) jika media cair merupakan ekstrak kompleks material biologis

## Media Padat (Solid Media)

- Menggunakan bahan pembeku (*solidifying agent*) ex; agar

# Pengaruh Faktor Kimia pada Pertumbuhan Bakteri

## **Defined Media (Synthetic media)**

- Media yang komponen penyusunnya sudah diketahui dan ditentukan
- Contoh: media utk *E. Coli*

## **Media Khusus**

- Bakteri anaerob
- Bahan yg dapat mereduksi  $O_2$ : naitoglikonat, sistein, as. askorbat)
- Contoh : media pertumbuhan bakteri *Neisseria Gonorrhoeae*

## **Media Umum (General Media)**

- Media pendukung bagi banyak pertumbuhan mikroorganism
- Contoh: TSB, TSA

## **Media Kompleks (Complex Media)**

- Media yang tersusun dari komponen yg secara kimia tidak diketahui
- Umumnya diperlukan karena kebutuhan nutrisi mikroorganism tertentu tidak diketahui
- Contoh:
  - Nutrient broth (agar)
  - Tryptic Soya Broth (TSB)
  - Tryptic Soya Agar (TSA)
  - MacConkey Agar

# Pengaruh Faktor Kimia pada Pertumbuhan Bakteri

## Media Selektif (*Selective Media*)

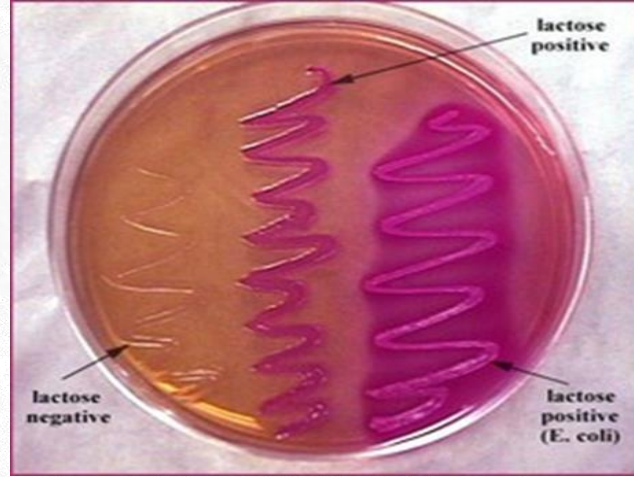
- Mikroba yang tidak diinginkan dan menumbuhkan mikroba sasaran (seleksi)
- Contoh:
  - Mannitol Salt Agar (MSA) untuk bakteri Staphylococci
  - Hektoen enteric Agar (HE)
  - Phenylethyl alcohol agar (PEA/PAA)

## Media Diferensial (*Differential Media*)

- Untuk memisahkan koloni dari mikroba-mikroba yang tumbuh pada petri yang sama.
- Contoh :
  - TSA digunakan untuk memisahkan bakteri tipe Streptococci
  - EMB (Eosin Methylene Blue) utk bakteri Gram negatif terhadap bakteri Gram positif
  - MacConkey's Agar



**Mannitol Salt Agar (MSA)**



**Tryptic Soya Agar (TSA)**

## **Pengaruh Faktor Lingkungan pada Pertumbuhan Mikroba**

- Kekurangan makanan, air, atau nutrisi
- Populasi yang terlalu padat
- Akumulasi metabolit yang tidak berguna
- Kekurangan oksigen
- Perubahan pH
- Temperatur





03

# **Cara Mengukur Pertumbuhan Bakteri**



# Metode Pengukuran Pertumbuhan Bakteri

## Metode Langsung

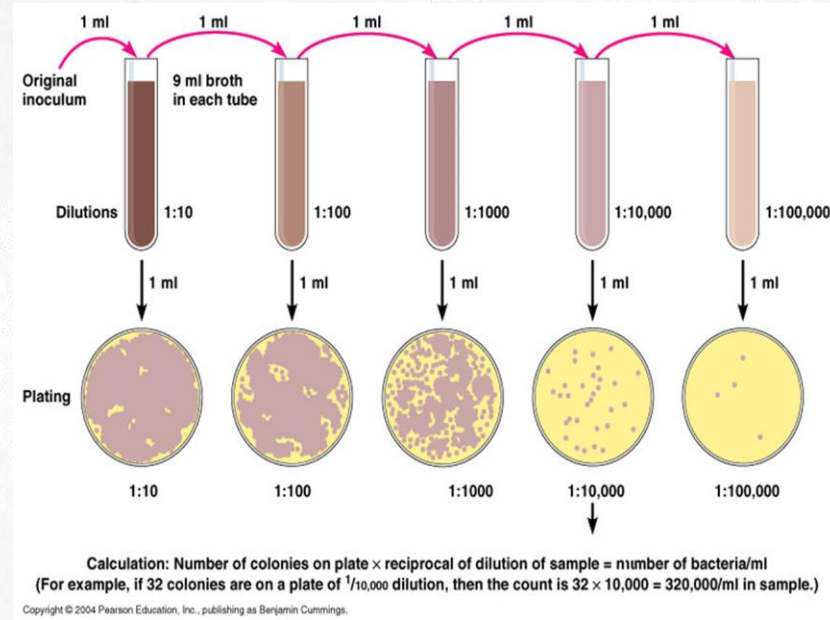
- Plate Count/Viable Cell Count
- Filtrasi (very small numbers)
- Most Probable Number (MPN)
- Direct Microscopic Count (Breed Count method : Petroff-Hausser counter)
- Electronic Counter

## Metode Tidak Langsung

- Kekeruhan (turbidity)
- Aktifitas metabolik
- Berat kering

# Metode Langsung

## Metode Plate Count



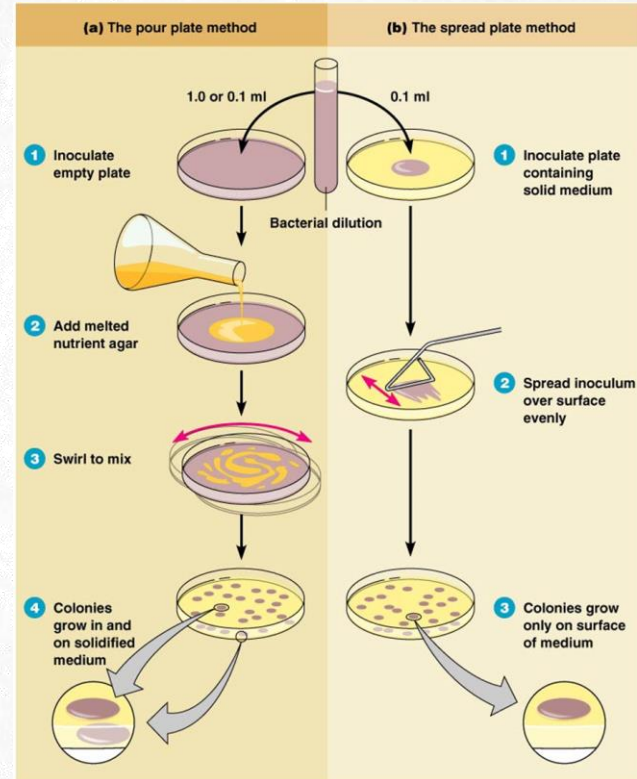
- Memerlukan Pengenceran (Dilution series) untuk memperoleh koloni
- Jumlah koloni dianggap setara dengan jumlah sel

# Metode Langsung

## Metode Plate Count

Cara **Plate Count** ada dua macam, yaitu :

- Metode taburan permukaan (*spread plate method*)
- Metode taburan (*pour plate method*).

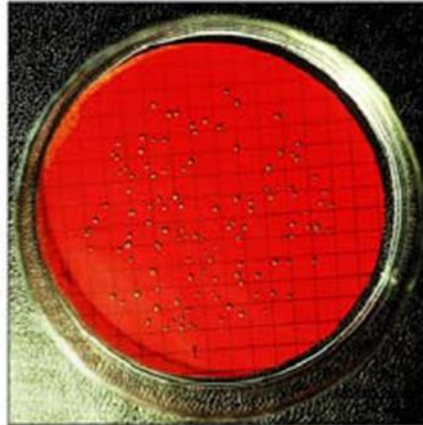
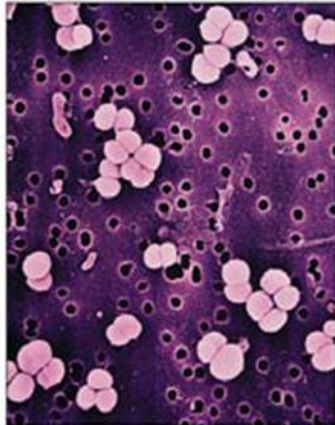


# Metode Langsung

## Filtrasi

Cara:

Sampel dialirkan pada suatu sistem filter membran dng bantuan vacuum, bakteri yg terperangkap selanjutnya ditumbuhkan pada media yg sesuai, dan jumlah koloni dihitung



# Metode Langsung

## Most Probable Number

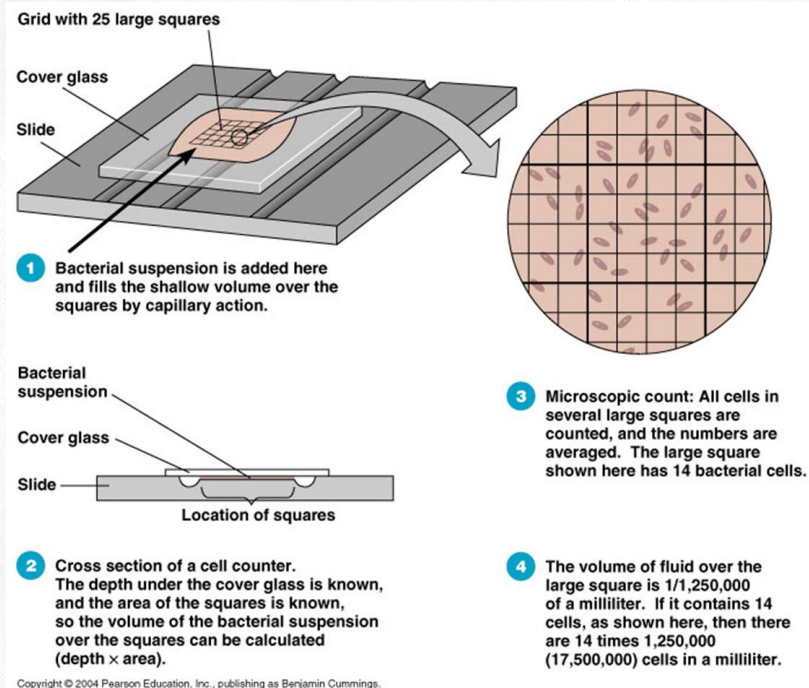
- Metode yang digunakan untuk menghitung Mikroorganisme yang masih hidup yang hidup di dalam sampel yang diuji.
- Berdasarkan aplikasi kemungkinan jumlah pertumbuhan mikroorganisme positif terhadap pengenceran berseri (*serial dilution*)
- Biasa digunakan untuk sampel heterogen, seperti: tanah, air, produk pertanian, yang jumlah sel individu mikroorganisme yang pasti tidak mungkin ditentukan

- Multiple tube MPN test
- Count positive tubes and compare to statistical MPN table.

Combination of Positives	MPN Index/ 100 ml	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper
4-2-0	22	9	56
4-2-1	26	12	65
4-3-0	27	12	67
4-3-1	33	15	77
4-4-0	34	16	80
5-0-0	23	9	84
5-0-1	30	10	110
5-0-2	40	20	140
5-1-0	30	10	120
5-1-1	50	20	150
5-1-2	60	30	180
5-2-0	50	20	170
5-2-1	70	30	210
5-2-2	90	40	250
5-3-0	80	30	250
5-3-1	110	40	300
5-3-2	140	60	360

# Metode Langsung

## Menghitung Langsung





# Metode Langsung

## Electronic Counter

- Dengan bantuan aliran listrik
- Lebih cepat



# Metode Langsung

Menghitung Pertumbuhan Mikroba Secara Langsung  
(Direct Microscopic Count)

$$\text{Number of bacteria/ml} = \frac{\text{number of cells counted}}{\text{volume of area counted}}$$

$$\frac{14}{8 \times 10^{-7}} = 17,500,000$$

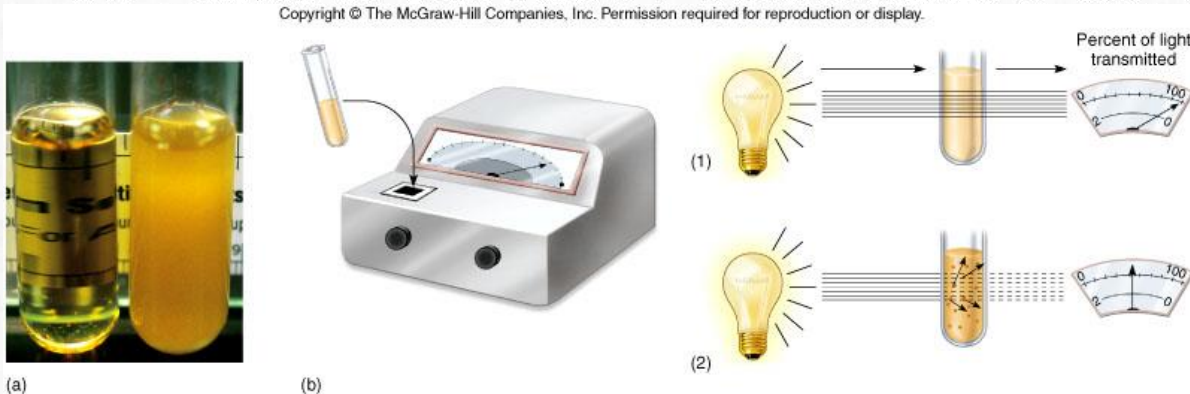
# Metode Tidak Langsung

- Kekeruhan
- Aktivitas metabolik
- Berat kering

# Metode Tidak Langsung

## Kekeruhan

- Spektrofotometer digunakan untuk mengukur kekeruhan
- Absorbansi/Densitas optis (Optical Density/OD): Ukuran kuantitatif yang diekspresikan sebagai rasio logaritmik antara radiasi yang jatuh ke suatu bahan dan yang ditransmisikan menembus bahan.



# Metode Tidak Langsung

## Aktifitas Metabolik

- Metode ini di dasarkan pada asumsi bahwa jumlah metabolic tertentu, misalnya asam atau CO<sub>2</sub>, menunjukan jumlah mikroorgaisme yg terdapat di dalam media
- Mis: pengukuran produksi asam untuk menentukan jumlah vitamin yang dihasilkan mikroorganisme

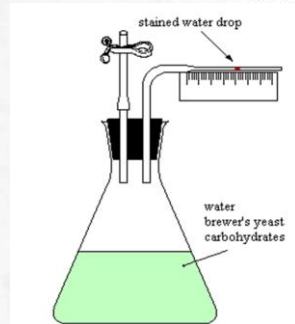


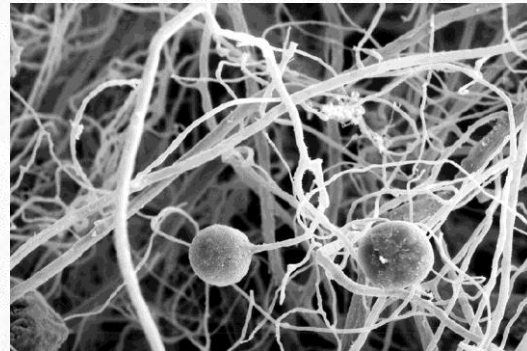
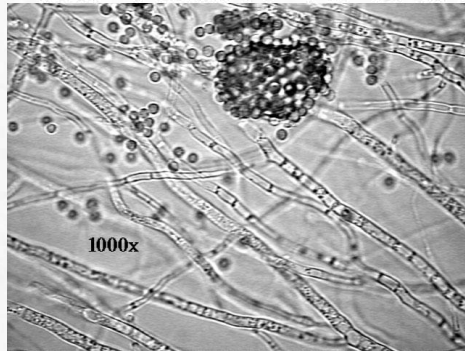
Figure 18 - Apparatus for measuring the production of carbon dioxide during fermentation.



# Metode Tidak Langsung

## Berat Kering

- Metode ini umumnya digunakan untuk mengukur pertumbuhan fungi berfilamen
- Miselium fungi dipisahkan dari media, dihitung sebagai berat kotor, selanjutnya dicuci dan dikeringkan dengan alat pengering dan ditimbang bbrpa kali hingga mencapai berat konstan disebut **Berat Sel Kering (BSK)**





# 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

