

BAB 4

STRUKTUR DAN MORFOLOGI BAKTERI

BAB 4

STRUKTUR DAN MORFOLOGI BAKTERI

Deskripsi Mata Kuliah :

Mata kuliah ini membahas, mempelajari dan mengamati tentang struktur dan morfologi dari bakteri

Sub Pokok Bahasan :

- 4.1. Bentuk bakteri
- 4.2. Struktur sel bakteri
- 4.3. Morfologi bakteri

Bahan Bacaan :

No	Judul Buku	Pengarang	Penerbit/Edisi/Tahun
1	Basic Microbiology	Soesilo, B., dan Mei, S.	FK Unair Surabaya/2010
2	Dasar-dasar Mikrobiologi	Dwidjoseputro D.	Djambatan Jakarta/2003
3	Dasar-dasar Mikrobiologi	Pelczar, M.J dan E.C.S. Chan	Djambatan Jakarta/2010
4	Mikrobiologi Dasar	Volt, Wheeler	Erlangga Jakarta/1988

4.1. Bentuk Bakteri

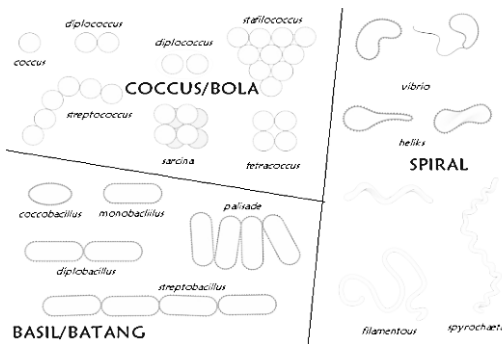
1. Kokus = bulat

Coccus : arbei, Θ : 0,8 – 1,0 μ

- a) Monokokus : terpisah, tersebar merata
(Micrococcus)
 - b) Diplokokus : berpasangan
 - Pneumokokus : *lancet shaped*
 - Gonokokus : *coffee bean shaped*
 - Meningokokus
 - c) Streptokokus : rantai
 - d) Stafilokokus : buah anggur
 - e) Tetrakokus : empat-empat
 - f) Sarsina : delapan-delapan
2. Basil = batang
- Silinder memanjang, berukuran $0,2-0,5 \times 2,0-1,0 \mu$
- a) Kokobasil : panjang dan lebar hampir sama
(*Escherichia coli*)
 - b) Seperti huruf cina : *Corynebacterium diphtheria*
 - c) Fusiformis : ujung-ujung runcing (sekoci)
 - d) Streptobasilus : rantai/berderet
3. Spiral : seperti per
- a) Vibrio : batang bengkok (*Vibrio cholerae*)
 - b) Spirillum : spiral kasar dan kaku, tidak luwes, flagel (+)
 - c) Spirochaeta : spiral halus, lentur dan luwes,

filament aksial

- d) *Borellia* : gelombang
- e) *Treponema* : spiral halus teratur
- f) *Leptospira* : spiral dengan kait pada ujung

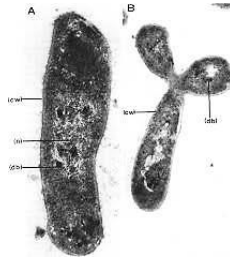


Gambar 4.1 Macam-macam bentuk bakteri

4. Bentuk lain

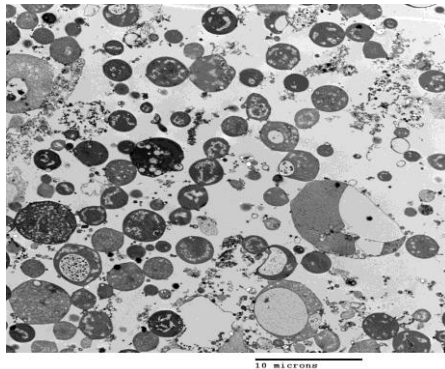
- a) *Involution form* : bentuk involusi/degenerasi → ballon shaped, Y-shaped, granular form → pleumorfisme
 - 1. Pada biakan tua : sel-sel mati dan kering
 - 2. Penyebab :
 - Sistem permeabilitas selektif dinding sel rusak
 - Struktur-struktur sel bakteri autolysis
 - Lingkungan jelek :

- Antibiotika kadar sublethal
- Garam-garam organik berlebihan



Gambar 4.2 Bakteri *involution form*

- b) L-form : gangguan sintesis dinding sel → kembali normal bila media cocok, resisten terhadap penisilin
- c) Protoplas : bakteri kehilangan dinding sel



Gambar 4.3 Transmisi elektron mikrograf dari *Bacillus subtilis* L-form.

4.2. Struktur Sel Bakteri

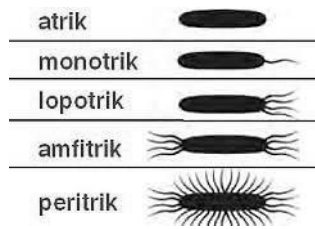
- Luar : flagella, fimbria, kapsul, dinding sel, membran sitoplasma
- Dalam : sitoplasma, inti, granula, spora

A. Struktur eksternal/luar = *surface structure*

1. Flagella

- Tonjolan filamen panjang dari granula basal
- Θ ; 12 – 30 μ , panjang : beberapa kali panjang bakteri
- Umumnya pada bakteri berbentuk batang
- Fungsi : alat gerak (*organ of locomotion*)
- Kimiawi : protein flagelin, antigenik
- Messea (1890) :
 - a. Monotrikus : satu flagella, salah satu ujung sel.
Contoh : *Vibrio, Pseudomonas, Spirillum*
 - b. Lopotrikhus : sekelompok flagella, salah satu ujung sel. Contoh : *Pseudomonas*
 - c. Amfitrikhus : sekelompok/satu flagella, tiap ujung sel. Contoh : *Alcaligenes faecalis*
 - d. Peritrikhus : tersebar merata diseluruh permukaan sel. Contoh : *E. coli, Salmonella, Proteus*

- e. Atrikhus : flagella (-) → bisa any pada bakteri kokus
- Di lihat mikroskop lapangan gelap, mikroskop elektron, pewarnaan khusus

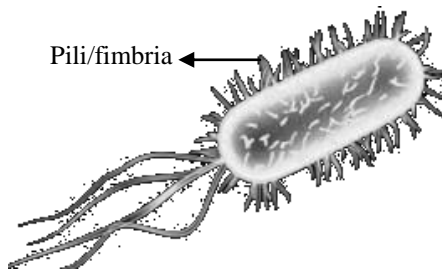


Gambar 4.4 Jumlah dan posisi flagella bakteri

2. Fimbria = pili

- Tonjolan halus seperti rambut lurus di permukaan sel
- Lebih tipis dan pendek daripada flagela
- Ukuran : 4-5 m μ x 0,1-1,5 μ
- Kimiawi : sub unit protein → pilin
- Sering ditemukan pada bakteri batang Gram(-)
- Jenis-jenis :
 - a. Fimbria bisaa : 1,5 μ
 - banyak, tersebar di seluruh permukaan sel
 - alat menempelkan diri pada sel lain

- b. Fimbria F (fertilitas) : 20 μ , membantu konjugasi
 - c. Fimbria Col I (colicin) : 2 μ , berkaitan dengan faktor I kolisin
- Fungsi :
- 1) Alat perlekatan
 - 2) Hemaglutinasi
 - 3) Tabung konjugasi : penyalur materi genetik
 - 4) Antigenik
 - 5) Aglutinasi dan pembentukan pelikel
- Di lihat : mikroskop elektron



Gambar 4.5 Pili/fimbria pada sel bakteri

3. Kapsul = *envelope* = *slime layer*

- Selubung tebal gelatin di sekeliling dinding sel
- Macam-macam :
 - Kapsul (+) : koloni halus (*smooth*)
 - Kapsul (-) : koloni kasar (*rough*)
- Fungsi :
 - a) Perlindungan terhadap zat-zat perusak : enzim-enzim penghancur sel
 - b) Menghalangi fagositosis → meningkatkan keganasan
- Di lihat : pewarnaan khusus garam Cu, pewarnaan negatif, reaksi Quellung

4. Dinding sel

- Kantong tertutup, kaku tetapi lentur → mampu menahan tekanan osmotik 5 – 20 atmosfer
- Tebal : 10 – 25 μ , pori-pori : 1,0 μ
- 20 – 30% berat kering bakteri
- Kimiawi : protein, polisakarida, lipid
- Sangat permeable terhadap molekul yang kurang dari 10.000, Θ : 1,0 μ
- Mengandung enzim : hidrogenase, sitokrom, fosforilase oksidatif

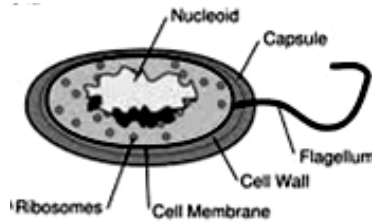
- Bisa lepas dengan :
 - a. getaran suara (*sonic vibration*)
 - b. pemusingan : 10.000, 20.000, 50.000 rpm
- Di lihat : mikroskop elektron
- Perbedaan :
 - a. Gram (+) :
peptidoglikan/mukopeptida/murein →
polimerisasi polisakarida N-
asetilglukosamin dan N-asetilmuramat
 - b. Gram (-) : lebih tipis, terdiri dari
3 lapis
- Dalam : mukopeptida
- Tengah : lipopolisakarida →
endotoksin
- Luar : lipoprotein
- Fungsi :
 - a. Melindungi struktur dalam sel
 - b. Memberi kekebalan terhadap efek buruk lingkungan
 - c. Memberi bentuk, kekakuan dan gambaran sel
 - d. Pembelahan sel
 - e. Biosintesis sendiri untuk membentuk dinding sel

f. Antigenik

5. Membran sitoplasma

- Selaput tipis semipermeabel tepat di bawah dinding sel
- Tebal : 5 – 10 μm
- Terdiri dari 3 lapisan
- Kimiawi : fosfolipid dan sedikit protein, mikoplasma mengandung sedikit sterol
- Mesosom : cekungan/lekukan membran sitoplasma
 - Mesosom septal : tempat melekatnya kromosom (DNA) \rightarrow fungsi dalam pembelahan sel
 - Mesosom lateral
- Fungsi :
 - a. Tempat transport bahan makanan \rightarrow selektif
 - b. Aerob : tempat transport elektron dan oksidasi-fosforilasi
 - c. Tempat ekspresi eksoenzim hidrolitik
 - d. Biosintetik :
 - Mengandung enzim dan molekul \rightarrow biosintesis DNA

- Polimerisasi dinding sel dan lemak membran
- e. Mengandung reseptor dan protein → sistem khemotatik



Gambar 4.6 Kapsul, dinding sel dan membran Sitoplasma pada sel bakteri

B. Struktur internal/dalam = *internal structure*

1. Sitoplasma

- Suspensi zat-zat organik dan anorganik dalam larutan kental
- Mengandung :
 - a. Ribosom : ribonukleoprotein → sintesis protein
 - b. Polisom : gabungan sekelompok ribosom, yaitu seperti rantai manik-manik, diikat RNA pesuruh

2. Inti = nukleus

- Bentuk lonjong/memanjang
- Dinding inti (-), anak inti (-)

- Mengandung DNA panjang berulir rapat → kromosom → satu kromosom tiap sel
- Di lihat : pewarnaan Feulgen → DNA, mikroskop elektron

3. Granula sitoplasma

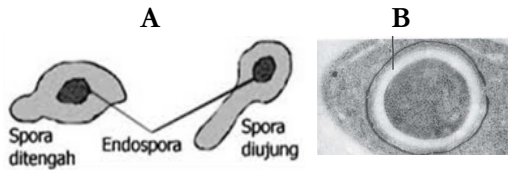
- Ada pada beberapa spesies bakteri, tidak menetap → hilang pada suasana tertentu
- Sel-sel agak tua
- Mudd : semua bakteri mempunyai granula → mirip mitokondria
- Dengan pewarnaan tertentu ditemukan granula : metakromatik / volutin / Babes Ernst
 - Θ : 0,6 μ
 - Terdapat pada : *Corynebacterium diphtheriae*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Yersinia pestis*
 - Kimiawi : volutin → polimetafosfat
 - Fungsi : pusat aktivitas enzimatik → polimetafosfat simpanan tenaga metabolisme
 - Di lihat pewarnaan biru toluidin/biru metilen. Pewarnaan Neisser, Pewarnaan Albert
- Granula lain : granula lipid, granula sulfur → hasil akhir metabolisme

4. Endospora

- bentuk bakteri dorman dalam waktu lama
- fungsi : mempertahankan diri dari keadaan lingkungan yang buruk karena kekurangan nutrisi
- satu bakteri → satu spora
- sifat : tahan panas, kering, beku, zat-zat kimia beracun, karena :
 - kulit dan selubung non-permeable
 - kadar kalsium dan asam dipikolinat tinggi
 - kadar air rendah
 - aktivitas metabolisme dan enzimatik rendah
- mati/rusak pada suhu 120°C, ditemukan pada:
 - batang Gram (+): *Bacillus* sp., *Clostridium* sp.
 - batang Gram (-) : Bacteroides
 - kokus Gram (+) :
Peptostreptococcus
 - kokus Gram (-) : Sporosarcina
- bentuk, ukuran, letak
 - bentuk : bulat, lonjong

- ukuran : kurang atau sama dengan atau lebih dari ukuran sel bakteri
 - letak : sentral, sub-terminal, terminal
- contoh pada *Clostridium tetani* :
drumstick appearance
- struktur (dalam → luar) :
 - *core* (sitoplasma) : kromosom, sumber tenaga, system sintesis protein
 - *spore wall* (dinding) : peptidoglikan
 - *cortex* (kulit) : peptidoglikan → peka lisozim dan otolisin
 - *coat* (mantel/selubung) : seperti keratin → sangat non-permeable
 - *exosporium* : membran lipoprotein
 - dilihat : pewarnaan Schaeffer Fulton, Klein
 - sporulasi : vegetatif → spora; inti terisolasi → membran sel melipat ke dalam
 - germinasi : spora → vegetatif
 - aktivasi : mantel rusak → panas
 - inisiasi : rangsangan bahan tertentu → otolisis → korteks rusak → ujung-ujung spora

- out growth : lapisan hancur → bakteri keluar kadang-kadang mantel tidak pecah : spora memanjang → mantel teregang → permeabel terhadap air → mantel diserap



Gambar 4.7 Endospora pada bakteri

- A. Letak endospora
- B. Endospora yang sedang berkembang

4.3. Morfologi Bakteri

Morfologi berarti pengetahuan mengenai bentuk (*morphos*). Morfologi bakteri dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Morfologi makroskopik (*colonial morphology*), meliputi :
 - Karakteristik koloni → pengamatan pada media agar plate
 - Bentuk koloni
 - Ukuran koloni
 - Margin
 - Elevasi

- Warna
- Permukaan
- konsistensi

2. Morfologi mikroskopis (*celluler morphology*), meliputi :

- Struktur sel bakteri → pengamatan di bawah mikroskop
- Flagella
- Pili
- Kapsul
- Dinding sel
- Sitoplasma
- Spora

1. **Morfologi Makroskopik**

Populasi bakteri tumbuh sangat cepat saat ditumbuhkan dan disesuaikan dengan gizi dan kondisi lingkungan yang memungkinkan mereka untuk berkembang. Melalui pertumbuhan ini, berbagai jenis bakteri terkadang memberi penampilan yang khas. Beberapa koloni mungkin ada yang berwarna, ada yang berbentuk lingkaran, ada juga yang bentuknya tidak beraturan. Karakteristik koloni (bentuk, ukuran, margin, elevasi, warna, permukaan, konsistensi) diistilahkan sebagai **morfologi koloni**. Morfologi koloni merupakan

cara para ilmuwan dapat mengidentifikasi bakteri secara makroskopis.

(1) Ukuran :

- Bentuk titik
- Moderat atau sedang
- besar

(2) Warna koloni (pigmentasi)

- Putih
- Kuning
- Merah
- Ungu
- Hijau, dan lain-lain

(3) Bentuk koloni

- Sirkuler : bulat, bertepi
- Irregular : tidak beraturan, bertepi
- Rhizoid : bentuk seperti akar, pertumbuhannya menyebarkan

(4) Tepi (margin)

- Entire : tepi rata
- Lobate : tepian berlekuk
- Undulate : tepi bergelombang
- Serrate : tepi bergerigi

- Filamentous : tepi seperti benang-benang
- (5) Elevasi
- Flat : ketinggian tidak terukur, nyaris rata pada seluruh permukaan
 - Raised : ketinggian nyata terlihat, namun rata pada seluruh permukaan
 - Convex : bentuk cembung seperti tetesan air
 - Umbonate : bentuk cembung dibagian tengah lebih menonjol

2. Morfologi Mikroskopik

Morfologi mikroskopik merupakan karakteristik bakteri yang dilihat melalui pengamatan di bawah mikroskop. Bentuk bakteri sangat bervariasi, tetapi secara umum ada 3 tipe, yaitu : kokus, batang dan lengkung (spiral)

(1) Bentuk bulat

Bentuk bulat/kokus (coccus = sferis/tidak bulat betul) dapat dibedakan lagi menjadi :

- 1) Micrococcus : berbentuk bulat, susunan satu-satu. Contoh : *Monococcus gonorrhoeae*
- 2) Diplococcus : berbentuk bulat, bergandengan dua-dua. Contoh : *Diplococcus pneumonia*
- 3) Staphylococcus : berbentuk bulat, tersusun seperti untaian buah anggur. Contoh : *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*.

- 4) Streptococcus : berbentuk bulat, bergandengan seperti rantai, sebagai hasil pembelahan sel ke satu arah atau dua arah dalam satu garis. Contoh : *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus lactis*.
- 5) Sarcina : berbentuk bulat, terdiri dari 8 sel yang tersusun dalam bentuk kubus, sebagai hasil pembelahan sel ketiga arah. Contoh : *Thiosarcina rosea*.
- 6) Tetracoccus/gaffkya : berbentuk bulat, tersusun dari 4 sel berbentuk bujur sangkar, sebagai hasil pembelahan sel kedua arah. Contoh : *Pediococcus* sp.

(2) Bentuk batang

Bakteri bentuk batang dapat dibedakan ke dalam bentuk batang panjang dan batang pendek, dengan ujung datar atau lengkung. Bentuk batang dapat dibedakan lagi atas bentuk batang yang mempunyai garis tengah sama atau tidak sama di seluruh bagian panjangnya. Bentuk batang dapat terdiri dari :

- 1) Sel tunggal (monobacil), contohnya : *Escherichia coli*
- 2) Bergandengan dua-dua (diplobacil), contohnya : *Diplococcus pneumonia*
- 3) Sebagai rantai (streptobacil), atau sebagai jaringan tiang (palisade), contohnya : *Bacillus anthracis*

(3) Bentuk lengkung/spiral

Bentuk lengkung/spiral pada intinya dapat dibagi menjadi :

- 1) Bentuk koma (vibrio), jika lengkungnya kurang dari setengah lingkaran. Contohnya : *Vibrio cholera* penyebab penyakit kolera
- 2) Bentuk spiral, jika lengkungannya lebih dari setengah lingkaran. Contohnya : *Spirillum minor* penyebab demam dengan perantara gigitan tikus atau hewan pengerat lainnya.
- 3) Bentuk spiroseta, berupa spiral yang halus dan lentur, lebih berkelok dengan ujung lebih runcing. Contohnya : *Treponema pallidum* penyebab penyakit sipilis

Bentuk tubuh bakteri dipengaruhi oleh keadaan lingkungan, medium dan usia. Oleh karena itu untuk membandingkan bentuk serta ukuran bakteri, kondisinya harus sama. Pada umumnya bakteri yang usianya lebih muda ukurannya relative lebih besar daripada yang sudah tua.

Rangkuman :

Morfologi adalah ilmu yang mempelajari mengenai bentuk dan struktur. Ada beberapa bentuk bakteri, yaitu (1) bulat/kokus; (2) basil/batang; (3) spiral; (4) bentuk lain, seperti *involution form*, L-form dan protoplas.

Sel bakteri terdiri dari 2 struktur, yaitu struktur luar dan struktur dalam. Struktur luar terdiri dari flagella, fimbria, kapsul, dinding sel dan membran sitoplasma. Struktur dalam terdiri dari sitoplasma, inti, granula dan spora.

Evaluasi :

1. Sebutkan 4 macam bentuk bakteri dan berilah masing-masing contoh bakterinya !
2. Apa yang membedakan bentuk kokus dan kokobasil? Jelaskan!
3. Sebutkan struktur luar dan dalam dari bakteri serta jelaskan masing-masing fungsinya !
4. Berdasarkan jumlah dan letaknya, flagella bakteri dibedakan menjadi 5 macam. Sebutkan, jelaskan dan gambarkan masing-masing posisi dari flagella bakteri !
5. Jelaskan perbedaan flagella dan pili!
6. Jelaskan apa yang menyebabkan perbedaan sifat bakteri terhadap pewarnaan Gram, sehingga ada bakteri yang bersifat Gram positif dan ada yang bersifat Gram negatif !
7. Apakah semua bakteri memiliki granula di dalam sitoplasmanya? Dan mengapa demikian?
8. Jelaskan proses terbentuknya endospora pada bakteri!
9. Jelaskan bagaimana pengamatan morfologi bakteri secara makroskopis !

10. Jelaskan bagaimana pengamatan morfologi bakteri secara mikroskopis !

