

**BAHAN AJAR**  
**PENGANTAR BAKTERI PATOGEN TUMBUHAN**  
**(BAGIAN 1)**  
**(SKS 2)**

**OLEH : SOPIALENA**

**FAKULTAS PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS MULAWARMAN**  
**2016**

**BAHAN AJAR**

**PENGANTAR BAKTERI PATOGEN TUMBUHAN**  
**(BAGIAN 1)**  
**(SKS 2)**

**A. SILABUS**

Pembahasan tentang morfologi, fisiologi, dan genetika bakteri. Klasifikasi bakteri patogen tumbuhan.

**B. TUJUAN**

Setelah selesai mengikuti mata kuliah ini mahasiswa akan memahami bakteri patogen tumbuhan, tahu cara-cara diagnosis penyakit karena bakteri serta cara-cara pengelolaannya.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG**

Mikroorganisme identik dengan objek biologi yang amat kecil dan tidak dilihat dengan mata telanjang. Keberadaannya tidak terlihat namun penting di dalam kehidupan. Sejalan dengan perkembangan ilmu biologi masa kini, mikroorganisme ditelaah dan dimanfaatkan untuk kepentingan hidup manusia. Bakteriologi merupakan ilmu yang mempelajari kehidupan dan klasifikasi bakteri, struktur anatomi sel bakteri, cara kerja sel bakteri, interaksi antarsel bakteri, dan juga tanggapan bakteri terhadap perubahan pada lingkungan hidupnya. Bakteriologi dapat dikatakan juga sebagai biologibakteri. Bakteri memiliki nilai ekonomi penting dalam kehidupan manusia dan demikian pula bakteriologi. Pengetahuan dalam cabang ilmu ini bermanfaat dalam pengobatan, higiene, ilmu pangan dan gizi, pertanian, dan industri (terutama industri fermentasi).

### **1.2. TUJUAN**

1. Mengetahui apa itu bakteri ?
2. Mengetahui klasifikasi bakteri ?
3. Mengetahui struktur, fungsi serta penggolongan bakteri ?

## BAB II PEMBAHASAN

### 2.1. Pengertian Bakteri

Bakteri adalah nama sekelompok mikroorganisme yang termasuk prokaryotae yang bersel satu, berkembang biak dengan membelah diri dan bahan-bahan genetiknya tidak terbungkus dalam membran inti. Pada umumnya bakteri tidak mempunyai klorofil, kecuali beberapa species tertentu yang mempunyai pigmen fotosintesis. Oleh karena itu, ada bakteri yang hidupnya heterotrof dan ada juga bacteria yang hidup autotrof. Bakteri heterotrof dapat dibedakan menjadi bakteri yang hidup sebagai parasit dan saprofit, Sedangkan bakteri autotrof dapat dibedakan berdasarkan atas sumber energi yang digunakan untuk mensintesis makanannya menjadi bakteri fotoautotrof dan kemoautotrof. Bakteri dapat hidup dimana saja, ada yang merugikan manusia, hewan maupun tumbuhan. Namun demikian ada juga bakteri yang menguntungkan bagi umat manusia.

Bakteri merupakan organisme yang paling banyak jumlahnya dan lebih tersebar luas dibandingkan makhluk hidup yang lain . Bakteri memiliki ratusan ribu spesies yang hidup di darat hingga lautan dan pada tempat-tempat yang ekstrim.

Bakteri ada yang menguntungkan tetapi ada pula yang merugikan. Bakteri memiliki ciri-ciri yang membedakannya dengan makhluk hidup yang lain. Bakteri adalah organisme uniseluler dan bakteri serta umumnya tidak memiliki klorofil dan berukuran renik (mikroskopis).

Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai agen penyebab infeksi dan penyakit, sedangkan kelompok lainnya dapat memberikan manfaat dibidang pangan, pengobatan, dan industri. Struktur sel bakteri relatif sederhana: tanpa nukleus/inti sel, kerangka sel, dan organel-organel lain seperti mitokondria dan kloroplas. Hal inilah yang menjadi dasar perbedaan antara sel bakteri dengan sel eukariot yang lebih kompleks. Bakteri dapat ditemukan di hampir semua

tempat: di tanah, air, udara, dalam simbiosis dengan organisme lain maupun sebagai agen parasit (patogen), bahkan dalam tubuh manusia.

## 2.2. Struktur sel bakteri

Pada umumnya, bakteri berukuran 0,5-5  $\mu\text{m}$ , tetapi ada bakteri tertentu yang dapat berdiameter hingga 700  $\mu\text{m}$ , yaitu *Thiomargarita*. Mereka umumnya memiliki dinding sel, seperti sel tumbuhan dan jamur, tetapi dengan bahan pembentuk sangat berbeda (peptidoglikan). Beberapa jenis bakteri bersifat motil (mampu bergerak) dan mobilitasnya ini disebabkan oleh flagel.

Bakteri memiliki bentuk sel yang bervariasi, bulat (coccus), batang (bacillus) dan lengkung (vibrio, comma atau spiral). Umumnya sel bakteri yang berbentuk bulat berdiameter sekitar 0,7 - 1,3 mikron. Sedangkan sel bakteri berbentuk batang lebarnya sekitar 0,2 - 2,0 mikron dan panjangnya 0,7 - 3,7 mikron.

Bagian tubuh bakteri pada umumnya dapat dibagi atas 3 bagian yaitu dinding sel, protoplasma (di dalamnya terdapat membran sel, mesosom, lisosom, DNA, endospora), dan bagian yang terdapat di luar dinding sel seperti kapsul, flagel, pilus. Di antara bagian-bagian tersebut ada yang selalu didapatkan pada sel bakteri, yaitu membran sel, ribosom dan DNA. Bagian-bagian ini disebut sebagai invarian. Sedangkan bagian-bagian yang tidak selalu ada pada setiap sel bakteri, misalnya dinding sel, flagel, pilus, dan kapsul. Bagian-bagian ini disebut varian.

Susunan bagian-bagian utama sel bakteri, dijelaskan sebagai berikut:

### a. Membran sel

Membran sel merupakan selaput yang membungkus sitoplasma beserta isinya, terletak di sebelah dalam dinding sel, tetapi tidak terikat erat dengan dinding sel. Bagi membran sel sangat vital, bagian ini merupakan batas antara bagian dalam sel dengan lingkungannya. Jika membran sel pecah atau rusak, maka sel bakteri akan mati. Membran sel terdiri atas dua lapis molekul fosfolipid. Pada lapisan fosfo-lipid ini terdapat senyawa protein dan karbohidrat dengan kadar berbeda-beda pada berbagai sel bakteri.

### b. Ribosom

Ribosom merupakan bagian sel yang berfungsi sebagai tempat sintesa protein. Bentuknya berupa butir-butir kecil dan tidak diselubungi membran. Ribosom tersusun atas protein dan RNA.

c. DNA (Deoxyribonucleic Acid)

DNA merupakan materi genetik, terdapat dalam sitoplasma. DNA bakteri berupa benang sirkuler (melingkar). DNA bakteri berfungsi sebagai pengendali sintesis protein bakteri dan pembawa sifat. DNA bakteri terdapat pada bagian menyerupai inti yang disebut nukleoid. Bagian ini tidak memiliki membran sebagaimana inti sel eukariotik.

d. Dinding sel

Dinding sel bakteri tersusun atas makromolekul peptidoglikan yang terdiri dari monomer-monomer tetrapeptidaglikan (polisakarida dan asam amino). Berdasarkan susunan kimia dinding selnya, bakteri dibedakan atas bakteri gram-positif dan bakteri gram-negatif. Susunan kimia dinding sel bakteri gram-negatif lebih rumit daripada bakteri gram-positif. Dinding sel bakteri gram-positif hanya tersusun atas satu lapis peptidoglikan yang relatif tebal, sedangkan dinding sel bakteri gram-negatif terdiri atas dua lapisan. Lapisan luar tersusun atas protein dan polisakarida, lapisan dalamnya tersusun atas peptidoglikan yang lebih tipis dibanding lapisan peptidoglikan pada bakteri gram-positif. Dinding sel bakteri berfungsi untuk memberi bentuk sel, memberi kekuatan, melindungi sel dan menyelenggarakan pertukaran zat antara sel dengan lingkungannya.

e. Flagel

Flagel merupakan alat gerak bagi bakteri, meskipun tidak semua gerakan bakteri disebabkan oleh flagel. Flagel berpangkal pada protoplas, tersusun atas senyawa protein yang disebut flagelin, sedikit karbohidrat dan pada beberapa bakteri mengandung lipid. Jumlah dan letak flagel pada berbagai jenis bakteri bervariasi. Jumlahnya bisa satu, dua, atau lebih, dan letaknya dapat di ujung, sisi, atau pada seluruh permukaan sel. Jumlah dan letak flagel dijadikan salah satu dasar penggolongan bakteri.

f. Pilus

Pada permukaan sel bakteri gram-negatif seringkali terdapat banyak bagian seperti benang pendek yang disebut pilus atau fimbria (jamak dari pilus). Pilus merupakan alat lekat sel bakteri dengan sel bakteri lain atau dengan bahan-bahan padat lain, misalnya makanan sel bakteri.

g. Kapsul

Kapsul merupakan lapisan lendir yang menyelubungi dinding sel bakteri. Pada umumnya kapsul tersusun atas senyawa polisakarida, polipeptida atau protein-polisakarida (glikoprotein). Kapsul berfungsi untuk perlindungan diri terhadap antibodi yang dihasilkan sel inang. Oleh karenanya kapsul hanya didapatkan pada bakteri patogen.

h. Endospora

Di antara bakteri ada yang membentuk endospora. Pembentukan endospora merupakan cara bakteri mengatasi keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan. Keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan antara lain: panas, dingin, kering, tekanan osmosis dan zat kimia tertentu. Jika kondisi lingkungan membaik maka endospora akan tumbuh menjadi sel bakteri. Endospora bakteri tidak berfungsi sebagai alat perkembangbiakan, tetapi sebagai alat perlindungan diri.

Sel-sel bakteri yang membentuk spora tampak sebagai ruangan berisi benda bulat, yang letaknya dapat di salah satu ujung ruang itu, dapat pula di tengah-tengah.

Apabila lingkungan hidup bakteri menjadi buruk, maka banyak yang mati, akan tetapi ada juga bakteri-bakteri yang dapat membentuk spora spora yang tahan terhadap lingkungan yang buruk seperti kekeringan, kekurangan bahan makanan dan lain sebagainya. Jika keadaan menjadi baik kembali, maka spora itu akan tumbuh menjadi bakteri biasa yang disebut bentuk vegetatif. Spora-spora pada bakteri ini dibentuk disebelah dalam dinding sel bakteri sehingga dinamakan endospora. Proses pembentukan endospora yang di dalam sel induk dikenal sebagai sporulasi atau sporogenesis.

Pada tahap pertama proses sporulasi ini dapat dilihat terjadinya replikasi kromosom bakteri dan sebagai kecil dari sitoplasma terpisah oleh suatu sekat(septum) spora. Sekat spora ini menjadi membrane yang berlapis dua yang masing-masing mengelilingi kromosom dan sitoplasma. Struktur ini seluruhnya dibungkus dalam sel asal yang disebut fore spore. Lapisan-lapisan peptidoglikan yang tebal terdapat diantara 2 lapisan membran. Kemudian suatu mantel spora yang tebal yang terdiri dari protein terbentuk disebelah luar membran. Mantel ini berfungsi untuk melindungi endospora terhadap zat-zat kimia keras. Kemudian endospora dapat keluar atau bebas dari sel. Letaknya endospora di dalam sel bakteri tergantung dari spesies bakterinya.

Apabila endospora telah matang dinding sel vegetatif melebur dan endospora dibebaskan. Inti endospora yang mengalami dehidrasi yang tinggi, hanya mengandung sedikit DNA, RNA, ribosom, enzim dan beberapa molekul yang penting. Endospora itu dapat dianggap sebagai bentuk laten dari bakteri yang dapat berlangsung dalam jangka waktu yang lama sekali. Endospora yang kembali kepada keadaan vegetatif mengalami suatu proses yang disebut dengan germinasi. Proses germinasi atau perkecambahan ini dipacu adanya kerusakan fisik dan kimia pada mantel endospora. Enzim-enzim yang terdapat dalam endospora akan merusak lapisan-lapisan lain terdapat di sekeliling endospora, kemudian air dapat masuk sehingga metabolisme dapat berlangsung. Oleh karena satu sel vegetatif hanya membentuk satu endospora, maka sporogenesis pada bakteri bukan merupakan alat perkembangbiakan, karena tidak ada penambahan jumlah sel. Dipandang dari segi klinis, endospora ini sangat penting karena tahan terhadap pemanasan, pendinginan, penggunaan zat-zat kimia dan radiasi. Kebanyakan sel vegetatif akan mati pada suhu 70°C sedangkan endospora dapat tetap hidup pada air mendidih sampai setengah jam atau lebih.

### **2.3. Penggolongan bakteri**



Bakteri dapat digolong-golongkan berdasarkan persamaan ciri-ciri morfologi, fisiologi, biokimia, tipe-tipe nutrisi, cara reproduksi, kemampuan menghasilkan spor, motilitas dan siklus hidupnya.

a. Berdasarkan bentuk tubuhnya

1. Kokus (bulat)

Bakteri yang berbentuk kokus, biasanya bulat ataupun berbentuk oval, memanjang atau satu sisinya. Apabila bakteri berbentuk kokus ini berkembang biak dengan membelah diri sel-selnya tetap berdempetan dan tidak akan memisah. Bacteria yang berbentuk kokus ini masih bias dapat dibedakan lagi menjadi beberapa macam yaitu:

- a. monokokus
- b. diplokokus (dua pasang).
- c. Streptokokus, misalnya *Streptococcus pyrogenes*, *S.thermophilus*, *S.lactis*.
- d. Stafilokokus, misalnya *Staphylococcus aureus*.
- e. Diplokokus, misalnya *Diplococcus pneumoniae*

2. Basil (batang)

Bakteri berbentuk basil menyerupai bentuk batang pendek, selindris, yang ukuran dan bentuknya bermacam-macam.

- a. Basilus, misalnya *Escherichia coli*, *Salmonella thypi*, *Lactobacillus*.
- b. Diplobasil yaitu basi dapat bergandengan dua-dua.
- c. Streptobasil yaitu basil yang terlepas satu sama lain mempunyai ujung tumpul, sedangkan basil yang dapat bergandengan satu sama lain mempunyai ujung tajam. misalnya *Azotobacter*, *Bacillus anthracis*.

3. Vibrio (koma)

Bakteri yang bentuknya seperti batang, melengkung dan menyerupai bentuk koma. Misalnya *Vibrio cholerae*.

#### 4. Spirillum (spiral)

Bakteri yang berbentuk spiral ini, bentuknya bengkok-bengkok serupa spiral. misalnya *Treponema pallidum*.

#### b. Berdasarkan kedudukan flagela pada selnya

1. Monotrik yaitu berflagel satu pada salah satu ujung.

2. Amfitrik

Amfitrik yaitu flagel masing-masing satu pada kedua ujung.

3. Lofotrik yaitu berflagel banyak di satu ujung.

4. Peritrik yaitu berflagel banyak pada semua sisi tubuh.

#### c. Berdasarkan pewarnaan Gram (Gram stain).

Pewarnaan Gram atau metode Gram adalah suatu metode untuk membedakan spesies bakteri menjadi dua kelompok besar, yakni gram-positif dan gram-negatif, berdasarkan sifat kimia dan fisik dinding sel mereka. Metode ini diberi nama berdasarkan penemunya, ilmuwan Denmark Hans Christian Gram (1853–1938) yang mengembangkan teknik ini pada tahun 1884 untuk membedakan antara pneumokokus dan bakteri *Klebsiella pneumoniae*.

Dengan metode pewarnaan Gram, bakteri dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bakteri Gram positif dan Gram negatif berdasarkan reaksi atau sifat bakteri terhadap cat tersebut. Reaksi atau sifat bakteri tersebut ditentukan oleh komposisi dinding selnya. Oleh karena itu, pengecatan Gram tidak bisa dilakukan pada mikroorganisme yang tidak mempunyai dinding sel seperti *Mycoplasma* sp. Contoh bakteri yang tergolong bakteri tahan asam, yaitu dari genus *Mycobacterium* dan beberapa spesies tertentu dari genus *Nocardia*. Bakteri dari kedua genus ini diketahui memiliki sejumlah besar zat lipodial (berlemak) di dalam dinding selnya sehingga menyebabkan dinding sel tersebut relatif tidak permeabel terhadap zat-zat warna yang umum sehingga sel bakteri tersebut tidak terwarnai oleh metode pewarnaan biasa, seperti pewarnaan sederhana atau Gram.

Dalam pewarnaan gram diperlukan empat reagen yaitu :

- Zat warna utama (violet kristal)
- Mordan (larutan Iodin) yaitu senyawa yang digunakan untuk mengintensifkan warna utama.
- Pencuci / peluntur zat warna (alcohol / aseton) yaitu solven organic yang digunakan untuk melunturkan zat warna utama.
- Zat warna kedua / cat penutup (safranin) digunakan untuk mewarnai kembali sel-sel yang telah kehilangan cat utama setelah perlakuan dengan alcohol.

Bakteri Gram-negatif adalah bakteri yang tidak mempertahankan zat warna metil ungu pada metode pewarnaan Gram. Bakteri gram-positif akan mempertahankan zat warna metil ungu gelap setelah dicuci dengan alcohol, sementara bakteri gram-negatif tidak. Pada uji pewarnaan Gram, suatu pewarna penimbal (counterstain) ditambahkan setelah metil ungu, yang membuat semua bakteri gram-negatif menjadi berwarna merah atau merah muda. Pengujian ini berguna untuk mengklasifikasikan kedua tipe bakteri ini berdasarkan perbedaan struktur dinding sel mereka.

Pengecatan gram dilakukan dalam 4 tahap yaitu

1. Pemberian cat warna utama (cairan kristal violet) berwarna ungu.
2. Pengintensifan cat utama dengan penambahan larutan mordan JKJ.
3. Pencucian (dekolorisasi) dengan larutan alcohol asam.
4. Pemberian cat lawan yaitu cat warna safranin.

Perbedaan dasar antara bakteri gram positif dan negatif adalah pada komponen dinding selnya. Kompleks zat iodine terperangkap antara dinding sel dan membran sitoplasma organisme gram positif, sedangkan penyingkiran zat lipida dari dinding sel organisme gram negatif dengan pencucian alcohol memungkinkan hilang dari sel. Bakteri gram positif memiliki membran tunggal yang dilapisi peptidoglikan yang tebal (25-50nm) sedangkan bakteri negative lapisan peptidoglikannya tipis (1-3 nm).

Sifat bakteri terhadap pewarnaan Gram merupakan sifat penting untuk membantu determinasi suatu bakteri. Beberapa perbedaan sifat yang dapat dijumpai antara bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif yaitu:

Ciri-ciri bakteri gram negatif yaitu:

- Struktur dinding selnya tipis, sekitar 10 – 15 nm, berlapis tiga atau multilayer.
- Dinding selnya mengandung lemak lebih banyak (11-22%), peptidoglikan terdapat didalam
- lapisan kaku, sebelah dalam dengan jumlah sedikit  $\pm$  10% dari berat kering, tidak mengandung asam tekoat.
- Kurang rentan terhadap senyawa penisilin.
- Pertumbuhannya tidak begitu dihambat oleh zat warna dasar misalnya kristal violet.
- Komposisi nutrisi yang dibutuhkan relatif sederhana.
- Tidak resisten terhadap gangguan fisik.
- Resistensi terhadap alkali (1% KOH) lebih pekat
- Peka terhadap streptomisin
- Toksin yang dibentuk Endotoksin
  - Micrococcus, Staphylococcus, Leuconostoc, Pediococcus dan Aerococcus.

Ciri-ciri bakteri gram positif yaitu:

- Struktur dinding selnya tebal, sekitar 15-80 nm, berlapis tunggal atau monolayer.
- Dinding selnya mengandung lipid yang lebih normal (1-4%), peptidoglikan ada yang sebagai lapisan tunggal. Komponen utama merupakan lebih dari 50% berat ringan. Mengandung asam tekoat.
- Bersifat lebih rentan terhadap penisilin.
- Pertumbuhan dihambat secara nyata oleh zat-zat warna seperti ungu kristal.
- Komposisi nutrisi yang dibutuhkan lebih rumit.
- Lebih resisten terhadap gangguan fisik.
- Resistensi terhadap alkali (1% KOH) larut

- Tidak peka terhadap streptomisin
- Toksin yang dibentuk Eksotoksin Endotoksin
- Contoh *Escherichia*, *Citrobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Enterobacter*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Photobacterium*, *Chromobacterium*, *Flavobacterium*.

Pewarnaan gram positif:

d. Berdasarkan kebutuhan oksigen

1. Bakteri aerob.

Bakteri aerob, bakteri yang membutuhkan oksigen bebas untuk mendapatkan energi, misalnya: *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Nitrosococcus*.

2. Bakteri anaerob.

Bakteri anaerob, tidak membutuhkan oksigen bebas untuk mendapatkan energi, misalnya *Micrococcus denitrificans*.

## 2.4. klasifikasi bakteri

Klasifikasi dari kelas bakteri amat sulit, yang ada belum memuaskan. Kurangnya diferensiasi morfologi merupakan salah satu sebabnya. Sehingga cara penggolongan kadang hanya berdasarkan sifat fisiologinya saja.

1. Ciri –ciri mikroskopis:

a. morfologi : bentuk sel, ukuran sel, susunan sel, susunan flagella, kapsul, endospora.

b. Reaksi terhadap pewarnaan: pengecatan gram, pengecatan ziehl-neelsen.

2. Ciri-ciri pertumbuhan: pertumbuhan di dalam kultur cairan, morfologi koloni, pigmentasi.

3. Ciri-ciri biokimia: konstituen dinding sel, sifat biokimia pigmen, antigen, mol RNA.

4. Ciri-ciri fisiologi: penyesuaian suhu, kebutuhan akan oksigen, toleransi ph, tekanan osmotik, kebutuhan garam, kepekaan terhadap antibiotika.

5. Ciri-ciri nutrisi: sumber energy, sumber karbon, sumber nitrogen, hasil fermentasi, metabolisme (autotrof, heterotrof, fermentatif, respirasi).

6. Ciri-ciri genetik: mole % G + S dalam DNA hibridisasi DNA.

Klasifikasi bakteri :

a. Bakteri fototrofik

Bakteri fototrofik dibedakan dengan kelompok lainnya atas dasar kemampuannya untuk menggunakan cahaya matahari untuk mendorong pembentukan molekul-molekul ATP. Bakteri fototrofik tidak melibatkan oksigen dalam proses sintesis nutriennya termasuk anoksifotobacteria. Bakteri fototrofik yang aerob terdapat di habitat air sering tumbuh air sedimen, didanau- danau yang dangkal yang memenuhi kondisi:

1. Masih cukup mendapatkan cahaya matahari
2. Anaerob untuk memungkinkan jasad ini hidup
3. Adanya sumber s atau senyawa organik yang berperan sebagai donor elektron untuk menghasilkan koenzim.
4. Memiliki ciri-ciri yaitu:
  - a. Bentuk sel bulat, batang, vibrio, atau spiral.
  - b. Perkembangbiakan dengan pembelahan biner.
  - c. Bergerak dengan flagella atau nonotil.
  - d. Fotosintetik prosesnya terjadi dalam keadaan anaerobic dan tidak melibatkan oksigen.
  - e. Bakteroklorofil yaitu suatu pigmen fotosintetik terdapat dalam semua sel.
  - f. Berpigmen: ungu-lembayung, ungu, hijau, merah, coklat-jingga, hijau
  - g. Habitat yaitu dilingkungan akuatik.

Contoh bakteri fototrofik :

1. Bakteri ungu (*Rhodobacter sphaeroides*)

Bakteri ungu mempunyai bakterioklorofil a atau b dan karotenoid. Metabolisme tidak memerlukan oksigen dapat menggunakan  $H_2$ ,  $H_2S$ , S sebagai donor elektron dan  $CO_2$  sebagai sumber karbon, kebanyakan tidak dapat tumbuh hanya dengan hidrogen, sulfida. Chromataiceae atau purple sulfur bacteria dapat tumbuh dengan menggunakan sulfida dan belerang saja sebagai satu-satunya donor electron. Sulfur dapat disimpan didalam atau diluar sel.

2. Bakteri hijau

Bakteri hijau mempunyai bakterioklorofil a atau b dan karotenoid. Dapat menggunakan  $H_2$ ,  $H_2S$ , S sebagai donor electron dan  $CO_2$  sebagai sumber karbon. Chlorobiaceae, dapat tumbuh dengan sulfida dan belerang sebagai donor elektron. Sulfur dapat disimpan diluar sel. Chloroflexeae adalah bakteri hijau yang mempunyai dinding sel yang bersifat fleksibel, dapat bergerak dengan meluncur, dapat membentuk filamen dan menggunakan karbondioksida sebagai sumber energy.

### 3. Cyanobacteria

Mempunyai klorofil a dan fikobiliprotein, menggunakan  $H_2O$  sebagai donor elektron dan  $CO_2$  sebagai sumber karbon dan dapat melangsungkan fotosintesis tanpa adanya oksigen.

### 4. Halobacterium

Mempunyai bacteriorhodopsin sebagai pigmen fotosintesis dapat menggunakan karbon organik, melangsungkan fotosintesis yang tidak biasa.

### 5. Prochlorobacteria

Bakteria ini mempunyai klorofil a+ b, dan karoten dan menggunakan  $H_2O$  sebagai donor electron dan  $CO_2$  sebagai sumber karbon.

#### b. bakteri yang bergerak dengan cara meluncur

Myxobacteriales dikelompokkan dalam satu golongan atas dasar motilitas dengan cara meluncur pada permukaan benda padat. Myxobacteria merupakan bakteri yang berbentuk batang yang biasanya hidup di dalam lapisan yang berlendir, tidak mempunyai flagella tapi mempunyai kemampuan untuk bergerak. Bakteri ini mempunyai suatu sifat yang unik yaitu dapat membentuk tubuh buah dalam kondisi yang sesuai baginya yang terjadi bahan-bahan tumbuhan yang mengalami pembusukan .

Bangsa Mycobacteriales terdiri dari bakteri-bakteri lendir yang terbagi menjadi 2 famili yaitu:

#### a) Cytophagaceae

- Tidak membentuk tubuh buah maupun sel-sel istirahat (mikrokista).
- Dapat membentuk zat warna tertentu.

- Contoh: *Cyptohaga lutea* (membentuk zat warna kuning), *C. ruba* (merah jambu).

b) Myxococcae

- Mikrosista bulat atau jorong, punya dinding nyata.

- Contoh: *Sporocytophaga myxocoides*: sel spiral, lentur, bergerak seperti ular.

*Myxococcus virescens*, dengan tubuh buah berwarna kuning kehijauan.

c. Bakteri selubung

Bakteri yang mempunyai selubung mencakup semua bacteria yang sel-selnya terdapat didalam suatu struktur yang disebut sebagai sheath. Dengan terbentuknya selubung, memungkinkan bakteri ini dapat melekat pada permukaan benda padat. Bakteri ini hidup di dalam air, limbah, dan air buangan industry. Selnya terbungkus dalam selubung yang terbuat dari deposit senyawa-senyawa dan mangan yang tak larut. Bentuk sel adalah batang atau seperti filamen, motil karena flagella atau nonmotil, beberapa membentuk pelengkap (dasar penghisap) yang dipergunakan untuk menempelkan diri pada permukaangram negatif.

Contoh bakteri selubung:

*Sphaerotilus natans* merupakan contoh bakteri yng terselubung yang sering dianggap sebagai jamur pada kotoran. Jasad ini biasanya dijumpai dalam air mengalir yang tercemar seperti saluran pembuangan kotoran, dimana jumlahnya dapat mencapai kadar yang tinggi.

d. Bakteri kuncup dan atau bakteri beranpendiks.

Bakteri yang dapat membentuk kuncup dan bakteri yang mempunyai embelen merupakan kelompok heterogen yang didasarkan atas sifat morfologi. Bakteri mengadakan reproduksi dengan cara membentuk kuncup atau membelah diri. Embelan sel pada kelompok bakteri ini dikenal sebagai prostake, memungkinkan efisiensi sel yang lebih besar dalam memusatkan



nutrient yang tersedia. Bentuk sel adalah bola, oval, ginjal, batang dengan ujung meruncing, beberapa diantaranya pertumbuhan seperti hifa. Habitat adalah tanah, lingkungan akuatik.

Contoh: *Claubacter*

e. Bakteri spirochaeta

Adalah kelompok bakteri yang mempunyai morfologi yang berlainan. Bakteri ini berbentuk batang koil yang helical. Sel-sel berputar disekeliling atau agak kebagian pusat fibril aksial. Bakteri ini memiliki dinding sel lentur, morfologi sel adalah langsing, terpilin. Perbanyak dengan pembelahan meintang, motil karena rotasi cepat sepanjang sumbu panjang spiralnya ataupun karena lenturan sel-selnya, banyak spesies gram negatif. Habitat adalah ditanah dan lingkungan akuatik, penyebab penyakit sifilis, ukuran, bentuk ujung dan derajat pilinnya merupakan cirri pembeda.

Contoh: *Treponema pallidum* adalah parasit obligat yang hanya tumbuh pada jaringan hidup.

f. Bakteri spiral dan lengkung

Bakteri yang berbentuk melengkung, ada yang seperti koma dan ada yang berbentuk helikal, akan tetapi sel-selnya tidak terputar sekitar filament pusat aksial. Dinding sel kaku, bentuk sel adalah batang, terpilin-pilin, beberapa dengan satu atau lebih putaran lengkap. Motil karena falgela, gram negatif, habitat adalah akuatik.

Contoh: *Campylobacter fetus* adalah bakteri penyebab keguguran pada hewan ternak atau hewan lalin dan dapat pula menjangkit manusia.

g. Bakteri gram negatif

Bakteri gram negatif masih dapat dibedakan berdasarkan atas struktur selnya dan kebutuhan akan oksigen.

1. Bakteri gram negatif yang berbentuk batang dan kokus yang aerobik.

Bakteri gram negatif yang berbentuk batang dan bulat mencakup sejumlah besar satu-satuan taksonomik. Beberapa familia yang termasuk kedalam golongan ini adalah:

a. Pseudomonadaceae

Bakteri heterotrof, jarang autotrof fakultatif.

- Sel-selnya seringkali bersifat oksidatif, kadang-kadang fermentative.
- Contoh *Pseudomonas cocovernanans* (racun tempe bongkrek), *Pseudomonas solanacearum* (menimbulkan penyakit layu pada Solanaceae dan kacang tanah), *Pseudomonas denitrificans* (mereduksi nitrat menjadi N<sub>2</sub>).

gambar: bakteri *Pseudomonas cepacia* pada mdia agar (dikutip dari Brock and Madigan,1991)

b. Azotobacteriaceae

- Sel-sel jorong atau batang, mirip sel khamir.
- Hidup bebas dalam tanah, penambat N<sub>2</sub>.
- Contoh: *Azotobacter chorococcum*, *A. indicus*, *A. agilis*.

c. Rizobacteriaceae

- Sel-sel bentuk batang, kadang bercabang.
- Seringkali bersimbiosis dengan tumbuhan Leguminosae membentuk bintil akar.
- Contoh: *Rhizobium leguminosarum* (membentuk bintil pada Lathyrus, Pisum, Vicia), *R. japonicum* (pada kedelai), *R. phaseoli* (pada Phaseolus).

d. Methylomonadaceae

2. Batang anaerobik fakultatif gram negatif

Memiliki batang pendek, banyak sekali kesamaan morfologi pad sel-sel diantara taksa. Motil, sel-selnya peritrikus atau nonmotil. Cirri-ciri biokimia banyak sekali terjadi perubahan pada substrat dan keterampilan ini memberikan cara-cara dasar untuk pembedaan dn identifikasi spesies. Habitat adalah lingkungan akuatik, tanah, makanan, air seni tinja.

Contoh: *Escherichia coli* dapat digunakan sebagai indikator terhadap kontaminasi feses pada sumber-sumber air minum.

Enterobacteriaceae

- Menimbulkan fermentasi anaerobic pada glukosa, kadang laktosa.
- Sering terdapat pada saluran pernapasan dan saluran kencing vertebrata.
- Lainnya hidup bebas dan bersifat patogen.
- Contoh: *Eschericia coli*, *Salmonella thyposa*, *S. parathypi*, *Shigella dysentriae*.

### 3. Batang gram negatif anaerobik

Hanya memiliki satu familia yaitu dari kelompok bakteri gra negative yang aerob yaitu *Bacteroidaceae*. Sel-sel bakteri ini banyak muncul dengan berbagai bentuk (pleomorfik).juga mereka anaerob obligat. Berbagai spesies diisolasi dari pelbagai sumber, rongga mulut manusia, saluran pencernaan makanan, tinja manusia serta hewan, rumen hewan ternak biri-biri dalam jaringaterinfeksi.

### 4. Bakteri gram negatif yang berbentuk bulat dan oval.

Morfologi sel adalah kokus, berpasangan dan di dalam masa beberapa kokobasil(batang-batang pendek, terdapat tunggal dan berpasangan Nonmotil.

Contoh: familia Neisseriaceae

- Sel-sel berbentuk peluru, seringkali berpasangan.
- Contoh: *Neisseria gonorrhoeae* (*Micrococcus gonorrhoeae*) penyebab penyakit kencing nanah, *N. meningitides* (penyebab meningitis).

### 5. Bakteri gram negatif berbentuk bulat yang anaerob

Sangat kecil sampai sel-sel bulat yang lebih besar, berpasangan, dalam massa atau rantai, nonmotil, habitat adalah pada saluran pernapasan dan saluran pencernaan manusia dan hewan.bersifat parasit. Mempunyai 4 genera yaitu: veillonella, acidaminococcus, meghasphaera dan gemmiger.

### 6. Bakteri gram negatif dan kemolitotrofik.

Bakteri ini dapat mengoksidasi senyawa-senyawa anorganik untuk menghasilkan ATP. Oleh karena itu metabolisme penghasil energy kurang efisien, bakteri ini memetabolisme sejumlah besar substrat untuk memenuhi kebutuhan energinya.

Contoh: familia Nitrobacteriaceae yang dapat mengoksidasi ammonia atau nitrit untuk menghasilkam energy dalam bentuk ATP. Memiliki dua kelompok yaitu:

1. Nitrobacter merupakan bacteria pengikat nitrogen yang sangat penting bagi tanah, dapat mengoksidasi ammonia menjadi nitrit.
2. Nitrosomonas merupakan bakteri pengikat nitrogen yang penting .
- h. Bakteri gram positif yang berbetu bulat

Dalam kelomok ini terkumpul banyak spesies patogenik yang sangat pentig bagi manusia dan hewan. Semuanya berupa kokus gram positif tetapi menunjukkan perbedaan dalam penataan sel-selnya.

Memiliki tiga famili yaitu:

1. Micrococcaceae
  - Bentuk sel seperti peluru, atau dalam bentuk koloni tetrad, kubus, atau massa tak beraturan.
  - Contoh: *Sarcina lutea*, *S. aurantiaca*, *Micrococcus denitrificans*, *Staphylococcus aureus*.
2. Streptomycetaceae
  - Membentuk miselium, miselium vegetatif tidak terbagi-bagi.
  - Contoh: *Streptomyces aureofaciens* (menghasilkan aureomisin); *S. griseus* (streptomisin); *S. fradiae* (neomisin dan fradisin); *S. rimosus* (tetramisin)

### 3. Peptococaceae

#### i. Batang dan kokus pembentuk endospora

Cirri yang menonjol dari bakteri ini adalah kemampuannya untuk membentuk endospora. Endospora tersebar luas dalam tanah dan terbawa oleh partikel-partikel debu keudara. Endosporanya karena resistensinya yang tinggi terhadap panas, dapat bertahan hidup lama.

Beberapa bias mengakibatkan infeksi pada manusia, hewan.

Contoh:

1. Bacillus merupakan bacteria yang aerob atau fakultatif anerob
2. Clostridium merupakan bakteri anaerob obligat,

j. Bakteri gram positif yang tidak dapat membentuk spora.

Memiliki laktobacillus yaitu berbentuk batang tidak membentuk spora yang erat hubungannya dengan susu dan produk susu. Mereka mampu berfermentasi gula susu menjadi asam laktat dan asam-asam lain. Banyak dijumpai dalam hewan yang melakukan fermentasi dan produk tumbuhan serta dalam rongga mulut, vagina dan saluran pencernaan manusia dan hewan. Mereka tidak dianggap patogenik.

Contoh: familia Lactobacillaceae, genus lactobacillus (berperan penting dalam pembuatan keju, yogurt dan makana fermentasi lainnya).

- Bakteri bentuk peluru atau batang, menimbulkan fermentasi asam laktat.

- Disebut bakteri laktat.

- Contoh: *Lactobacillus caucasicus* (yoghurt), *Streptococcus pyogenes* (menimbulkan nanah atau keracunan darah), *Diplococcus pneumonia* (pneumonia).

k. Bangsa Actinomycetales

-Sel bentuk batang memanjang mirip hifa jamur, dan cenderung bercabang-cabang.

-Anggotanya terdiri berbagai jenis jamur yang bersuku sebagai berikut:

a. Mycobacteriaceae

- Sel-sel tidak membentuk miselium atau hanya miselium yang rudimenter.

- Contoh: *Mycobacterium tuberculosis* (penyebab TBC), *M. leprae* (lepra/kusta).

b. Corynebacterium

c. Arthrobacter

d. Brevibacterium

- e. Cellulomonas
- f. Kurthia

#### L. Rickettsiae

Adalah parasit interseluler, tidak mempunyai kemampuan mengadakan reaksi enzimatik untuk menghasilkan sejumlah ATP yang cukup untuk reproduksinya. Banyak Rickettsiae menimbulkan penyakit pada hewan maupun manusia. Banyak disebarkan oleh serangga-serangga seperti:

Rickettsiae rickettsii disebarkan oleh kutu dan dapat menimbulkan penyakit "demam rocky mountain".

#### m. chlamydia

Merupakan parasit uniseluler yang obligat yang dapat berkembang biak dengan perubahan bentuk yang kecil yaitu bentuk dinding kaku dan tidak bersifat infeksi, menjadi bentuk lebih besar dan tipis dan tidak bersifat parasit kemudian membelah diri.

Contoh: Chlamidi psittaci

#### n. mycoplasma

golongan bakteri yang tidak mempunyai dinding sel dan merupakan jasad yang paling kecil yang dapat mengadakan reproduksi sendiri. Apabila tumbuh pada suatu media semu maka jasad ini akan membentuk koloni –koloni yang sangat kecil seperti telur goreng.

Anggota dari mycoplasma membutuhkan sterol untuk pertumbuhannya. Beberapa diantaranya menyebabkan penyakit pada manusia yaitu pneumonia.

## 2.5. fungsi serta peran bakteri dalam kehidupan manusia

1. Bakteri **Bermanfaat** untuk menjaga keseimbangan lingkungan disekitar kita, misalnya bakteri pengurai. Bakteri jenis ini dapat di **manfaatkan** untuk menguraikan tumbuhan atau hewan yang telah mati, serta sisa-sisa atau kotoran organisme. Bakteri pengurai juga menguraikan *protein*, *Karbohidrat* dan senyawa organik lainnya menjadi *Carbondioksida*, gas *amoniak* dan senyawa lainnya yang bersifat sederhana sehingga bakteri ini dapat membersihkan lingkungan dari sampah. Bayangkan kalau tidak ada bakteri yang dapat menguraikan sampah, tentunya akan timbul berbagai masalah dalam lingkungan kita.
2. Bakteri **Bermanfaat** untuk memulihkan dan mengatur usus dari kerja berat, jenis bakteri ini adalah bakteri *Lactobacillus Acidophilus* dan *Bifidobacteria (bifidus)*. Bakteri ini juga dapat berfungsi sebagai eliminasi racun karena mampu menonaktifkan senyawa racun seperti nitrat yang dihasilkan oleh *mikroorganisme* lain dan makanan, sebagai pelindung sistem imun (kekebalan tubuh) karena bakteri ini mampu merangsang pembentukan *antibodi* yang mencegah kelebihan pertumbuhan bakteri berbahaya, mencegah timbulnya infeksi saluran kemih, meningkatkan perlindungan terhadap *patogen*, *virus* dan bakteri jahat, memulihkan keseimbangan usus setelah pemberian antibiotik, kemoterapi, mencegah pembentukan gas akibat pembusukan dan peragian.
3. Bakteri jenis *Escherichia coli* berperan untuk pembusukan makanan, *Rhizobium Leguminosarum* berfungsi mengikat *nitrogen*, *Lactobacillus Bulgaricus* **bermanfaat** untuk pembuatan *Yogurt*, *Acetobacter Xilinum* bermanfaat untuk pembuatan *nata de coco*, *Lactobacillus Casei* **bermanfaat** untuk pembuatan keju, *Methanobacterium* **bermanfaat** pembuatan *Biogas* dan *Streptomyces Griceus* **bermanfaat** untuk pembuatan antibiotik *Streptomisin*.
6. contoh penyakit yang disebabkan oleh bakteri:
  1. Salmonella typhosa Menyebabkan Penyakit Tifus
  2. Shigella dysenteriae Menyebabkan Penyakit Disentri basiler

3. *Vibrio comma* Menyebabkan Penyakit Kolera
4. *Haemophilus influenza* Menyebabkan Penyakit Influenza
5. *Diplococcus pneumoniae* Menyebabkan Penyakit Pneumonia
6. *Mycobacterium tuberculosis* Menyebabkan Penyakit TBC paru-paru
7. *Clostridium tetani* Menyebabkan Penyakit Tetanus
8. *Neisseria meningitidis* Menyebabkan Penyakit Meningitis (radang selaput otak)
9. *Neisseria gonorrhoeae* Menyebabkan Penyakit Gonorrhoeae (kencing nanah)
10. *Treponema pallidum* Menyebabkan Penyakit Sifilis atau Lues
11. *Mycobacterium leprae* Menyebabkan Penyakit Lepra (kusta)
12. *Treponema pertenue* Menyebabkan Penyakit Puru atau patek.

### **Isolasi & Identifikasi Bakteri**

Identifikasi mikroba merupakan salah satu tugas yang lazim dilakukan di laboratorium mikrobiologi. Diagnostik laboratorium untuk suatu penyakit yang disebabkan bakteri harus dilakukan dengan cepat dan tepat sehingga pengobatan dapat dilakukan sedini mungkin.

Mikroba memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga memerlukan alat pembesar yang disebut mikroskop dalam mengamatnya. Identifikasi bakteri didasarkan pada morfologi (bentuk, susunan, ukuran), karakteristik koloni (bau, warna koloni, sifat koloni terhadap media pertumbuhan, elevasi, bentuk pinggiran koloni) dan sifat biokimia (kemampuan bakteri yang berhubungan dengan fisiologinya), uji serologi. Kegiatan identifikasi dilakukan setelah kegiatan isolasi bakteri selesai, sehingga tehnik dalam melakukan isolasi perlu dikuasai oleh seorang petugas laboratorium klinik.

Mikroorganisme yang akan diisolasi dapat berupa biakan murni atau populasi campuran. Bila biakan yang akan diidentifikasi ini tercemar, perlu dilakukan pemurnian. Biasanya pemurnian dilakukan dengan cara menggores suspensi mikroba yang akan diisolasi pada lempengan agar sebagai media pertumbuhannya. Setelah diperoleh koloni terpisah, dibuat pewarnaan gram

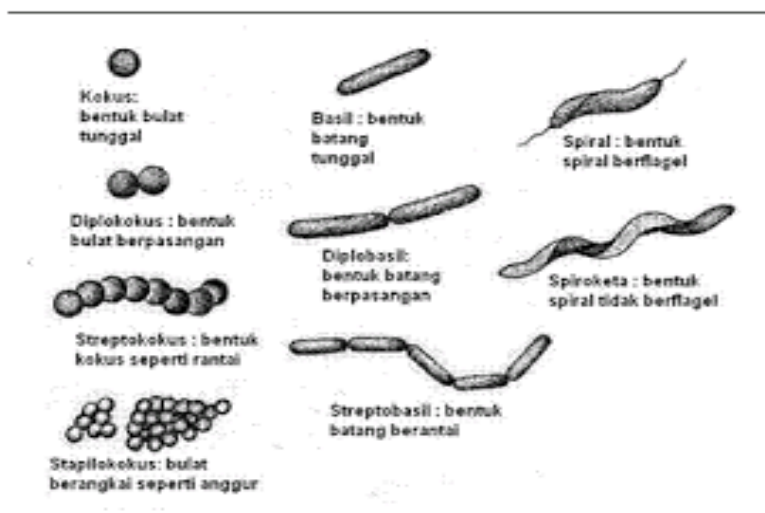


dari beberapa koloni untuk melihat kemurnian biakan. setelah diperoleh biakan murni, kegiatan dilanjutkan dengan melakukan serangkaian uji biokimia untuk memperoleh ciri biokimia dari bakteri uji. Setiap uji yang dilakukan harus menggunakan control untuk mengetahui apakah media serta reagens yang digunakan memenuhi persyaratan. Selain itu kontrol digunakan juga untuk melihat bahwa teknik yang digunakan benar dan tepat. Untuk mengetahui bahwa media yang digunakan bekerja dengan baik, dapat digunakan biakan mikroba yang memberikan hasil positif dan negatif. Uji yang digunakan dalam identifikasi bakteri tidaklah sama untuk setiap kelompok.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya telah disebutkan bahwa salah satu hal penting dalam identifikasi bakteri adalah mengenal morfologi bakteri tersebut, teknik membuat sediaan untuk pemeriksaan mikroskopis serta mengetahui prinsip dasar beberapa teknik pewarnaan.

## I. Morfologi Bakteri

Bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat hidup



di tempat yang tersebar di seluruh dunia. Morfologi bakteri diamati dengan menggunakan mikroskop. Untuk mengukur sel bakteri digunakan ukuran khusus yang disebut micrometer (1 mikron = 0,001 milimeter). Ukuran bakteri yang biasa diamati di laboratorium berukuran antara 0,15 sampai 1,5  $\mu$  lebar dan 1-5  $\mu$  panjang.

Bentuk dasar sel bakteri meliputi coccus (bulat), bacillus (batang), bentuk bengkok atau spiral (vibrio atau spirillum). Bakteri berkembang biak dengan cara membelah diri secara sederhana, setelah pembelahan sebagian bakteri berkumpul namun ada juga yang memisahkan diri dan membentuk rantai atau dua-dua. Berdasarkan hal itu maka dikenal adanya susunan/formasi bakteri yang berbeda-beda. Perbedaan susunan tersebut dapat dijadikan salah satu alat identifikasi genus atau spesies. Susunan bakteri yang umum ditemui adalah diplokokus (kokus berpasangan), streptokokus (formasi rantai), stafilococcus (formasi bergelombol seperti buah anggur), tetrad (formasi kelompok berjumlah 4), Sarcina (formasi berkelompok berjumlah 8 menyerupai kubus).

Selain susunan bakteri, secara individu bakteri memiliki karakteristik yang berbeda, misalnya bentuk bakteri batang umumnya memiliki struktur tambahan yang disebut Flagela yang tidak dimiliki oleh bakteri bentuk kokus. Flagela terlihat seperti benang yang seluruhnya tersusun dari protein, berfungsi dalam pergerakan. Jenis bakteri tertentu mampu membentuk spora (endospora) untuk mengatasi perubahan lingkungan yang tidak menguntungkan bagi bakteri, dalam lingkungan yang menguntungkan spora bergerminasi kembali menjadi sel vegetatif. Spora bersifat tahan panas dan bahan kimia. Keberadaan spora ini dapat diamati melalui pewarnaan spora.

## **II. Teknik Membuat sediaan untuk pemeriksaan mikroskopik**

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk memeriksa bakteri secara mikroskopis, yaitu : diperiksa secara langsung dan diwarnai dahulu kemudian diperiksa.

## **2.1 Pemeriksaan langsung**

Pada pemeriksaan langsung , bakteri diperiksa dalam keadaan hidup. Kelebihan cara ini adalah cepat, mudah, dan murah namun harus diperiksa segera dan tidak dapat dibiarkan lama karena preparat akan cepat kering. Sediaan basah dilakukan dari bahan pemeriksaan langsung, menggunakan KOH untuk jamur dan NaCl untuk melihat bakteri dalam keadaan hidup. Cara ini juga dipakai untuk memeriksa gerak kuman secara mikroskopik. Ada dua cara pemeriksaan mikroskopik yang biasa dilakukan, yaitu :

### **1. Sediaan Basah**

Caranya :

2. ambil 1 ose biakan cair atau dari dari koloni yang disuspensikan pada larutan NaCl fisiologis, lalu oleskan di atas gelas objek
3. tutuplah biakan tersebut dengan gelas penutup yang telah diolesi vaselin pada bagian tepinya
4. segera periksa di bawah mikroskop dengan pembesaran 400x.

### **2. Tetes Gantung**

Caranya :

1. gunakan gelas objek cekung dan satu gelas penutup
2. tiap ujung gelas penutup diberi vaselin
3. lalu letakkan 1 ose suspensi bakteri ditengah-tengah gelas penutup
4. gelas objek cekung ditutupkan (ditelungkupkan) di atas gelas penutup sehingga suspensi bakteri berada di antaranya

5. sediaan ini kemudian dipasang pada meja mikroskop dengan gelas penutup berada di atasnya (dalam keadaan terbalik) sehingga posisi suspensi tergantung.

### **III. Pewarnaan Bakteri**

Bakteri hidup pada umumnya tidak berwarna dan tembus cahaya sehingga jika diperiksa secara langsung tidak dapat terlihat jelas. Tetapi dengan pewarnaan, sel bakteri akan diisi dengan zat warna sehingga menjadi berwarna dan tidak tembus cahaya, hal ini menyebabkan bakteri terlihat sangat jelas dan kontras dibanding dengan daerah sekitarnya.

Sediaan bakteri perlu dibuat dulu sebelum dilakukan pewarnaan. Terdapat 2 jenis sediaan bakteri yang dapat dibuat, yaitu sediaan oles dan sediaan hapus. Di bawah ini gambar kedua macam teknik pembuatan sediaan tersebut :

Caranya :

1. ambil satu gelas objek yang bersih dan bebas lemak, lalu diberi tanda (bulatan) dengan spidol permanen pada bagian bawah gelas objek.
2. letakkan satu ose suspensi biakan di bagian atas gelas tersebut
3. suspensi dioleskan seluar garis tanda
4. sediaan dikeringkan (diupkan) di udara atau dihangatkan jauh di atas api
5. lakukan fiksasi di atas api kecil tiga kali kemudian dilakukan pengecatan.

## Macam-Macam Pewarnaan

Secara garis besar teknik pewarnaan bakteri dapat dikategorikan sebagai berikut :

1. pewarnaan sederhana
2. pewarnaan differensial : pewarnaan gram dan pewarnaan tahan asam
3. pewarnaan khusus untuk melihat struktur tertentu : pewarnaan flagel, pewarnaan spora, pewarnaan kapsul
4. pewarnaan khusus untuk melihat komponen lain dan bakteri : pewarnaan Neisser (granula volutin), pewarnaan yodium (granula glikogen)
5. pewarnaan negatif

### 3.1 Pewarnaan Sederhana

3.2 Zat warna yang dipakai hanya terdiri dari satu zat yang dilarutkan dalam bahan pelarut. Pewarnaan Sederhana merupakan satu cara yang cepat untuk melihat morfologi bakteri secara umum. Beberapa contoh zat warna yang banyak digunakan adalah biru metilen (30-60 detik), ungu kristal (10 detik) dan fukhsin-karbol (5 detik).

Caranya :

1. buat sediaan oles dan simpan di atas 2 batang kawat horisontal atau menggunakan bak pewarnaan.
2. beri zat warna sehingga seluruh sediaan tertutup penuh
3. biarkan selama waktu yang diperlukan, seperti di atas.

4. sediaan dicuci dengan air sampai bersih, lalu keringkan di antara dua kertas saring. Lalu dapat dilihat di bawah mikroskop dengan lensa objektif 100x menggunakan minyak imersi.

### **3.2 Pewarnaan Gram**

Pada tahun 1883 Christian Gram seorang ahli mikrobiologi dari Denmark menemukan metode pewarnaan bakteri secara tidak sengaja. Pewarnaan gram merupakan pewarnaan diferensial yang sangat berguna dan paling banyak digunakan di laboratorium mikrobiologi. Pewarnaan ini merupakan tahap penting dalam pencirian dan identifikasi bakteri.

Zat warna yang digunakan lebih dari 1 zat warna, yaitu safranin, kristal violet ditambah 1 macam larutan pencuci yaitu alkohol serta 1 larutan mordan untuk meningkatkan afinitas pengikatan zat warna oleh bakteri.

Pewarnaan gram memilah antara bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Bakteri gram positif berwarna ungu sedangkan bakteri gram negatif berwarna merah. Pewarnaan gram memberi hasil yang baik jika menggunakan biakan segar yang berumur 24-48 jam, karena pada biakan tua banyak sel yang mengalami kerusakan pada dinding selnya, hal ini mengakibatkan keluarnya zat warna ketika dicuci dengan larutan pemucat, sehingga menyamarkan hasil.

Caranya :

**Prinsip :** Pewarnaan gram didasarkan pada perbedaan struktur dinding sel bakteri, sehingga menyebabkan perbedaan reaksi dalam permeabilitas zat warna dan penambahan larutan pencuci. Dinding sel bakteri Gram positif terdiri dari lapisan peptidoglikan yang tebal sedangkan dinding sel bakteri Gram negatif mempunyai kandungan lipid yang tebal. Ketika ditambahkan pewarnaan kristal violet maka dinding sel bakteri Gram positif maupun Gram negatif akan menyerap zat warna tersebut namun ketika diberi alkohol, kristal

violet pada Gram negatif akan luntur disebabkan struktur dinding selnya yang sebagian besar tersusun oleh lipid, sehingga ketika diberi safranin (zat warna kedua) dinding sel bakteri gram negatif akan menyerapnya kembali sehingga **hasil pewarnaan bakteri Gram negatif akan berwarna merah**, sedangkan bakteri gram positif akan tetap berwarna ungu walaupun diberi zat warna kedua, karena dinding selnya tersusun oleh lapisan peptidoglikan yang tebal sehingga tidak dapat dicuci oleh alkohol. Hal ini memberi **hasil pewarnaan ungu pada bakteri Gram positif**.

Caranya :

1. buatlah sediaan oles bakteri
2. tuang pada sediaan tersebut zat warna kristal violet, biarkan 1 menit
3. zat warna dibuang lalu cuci dengan air mengalir
4. beri larutan lugol, biarkan 1 menit
5. lugol dibuang dan sediaan dicuci dengan air selanjutnya dicuci dengan alkohol 96% sampai tak ada lagi zat warna yang terlarut
6. cuci dengan air sampai bersih
7. tuangkan larutan safranin dan biarkan 1 menit, lalu cuci dengan air bersih
8. keringkan dengan kertas saring
9. periksa di bawah mikroskop dengan pembesaran 1000x )pakai minyak imersi)

### **3.3 Pewarnaan Tahan Asam**

Pewarnaan ini ditujukan terhadap bakteri yang mengandung lemak dalam konsentrasi tinggi sehingga sukar menyerap zat warna, namun jika bakteri diberi zat warna khusus misalnya karbolfukhsin melalui proses pemanasan, maka akan menyerap zat warna dan akan tahan diikat tanpa mampu dilunturkan oleh peluntur yang kuat sekalipun seperti asam-alkohol. Karena itu bakteri ini disebut bakteri tahan asam (BTA).

Teknik pewarnaan ini dapat digunakan untuk mendiagnosa keberadaan bakteri penyebab tuberkulosis yaitu *Mycobacterium tuberculosis* . Ada beberapa cara

pewarnaan tahan asam, namun yang paling banyak adalah cara menurut Ziehl-Neelsen.

Caranya :

1. Buat sediaan oles bakteri
2. tuangkan larutan karbolfuchsin sambil dipanaskan selama 5 menit dan perhatikan jangan sampai terlihat keluar uap
3. biarkan dingin, lalu cuci dengan air mengalir
4. sediaan dicelup dalam larutan asam alkohol yaitu larutan HCl 3 % dalam 95% etanol sampai tidak tampak lagi zat warna yang terlarut
5. cuci dengan air.
6. warnai dengan zat warna kedua biru metilen 1 % selama 1-2 menit
7. cucilah sediaan dengan air
8. keringkan di antara kertas saring

### **3.4 Pewarnaan Spora**

Spora bakteri (endospora) tidak dapat diwarnai dengan pewarnaan biasa, diperlukan teknik pewarnaan khusus. **Pewarnaan Klein** adalah pewarnaan spora yang paling banyak digunakan. **Hasil pewarnaan : badan bakteri berwarna biru, spora berwarna merah.**



Caranya :

1. Buat suspensi biakan bakteri berumur 72 jam dalam larutan NaCl Fisiologik di dalam tabung, tambahkan ke dalam suspensi tadi larutan karbol-fukhsin dalam jumlah yang sama banyak dan panaskan di atas api kecil selama 5 menit
2. buatlah sediaan oles dari campuran tersebut
3. setelah kering dan difiksasi tuangi larutan  $H_2SO_4$  1 % selama 2 detik
4. beri alkohol 96% selama 2 detik kemudian cuci dengan air bersih
5. beri larutan biru-metilen dan biarkan selama 3 menit
6. cuci lagi dengan air lalu keringkan dengan kertas saring

## PERAN BAKTERI DALAM PATOGENESIS PENYAKIT PERIODONTAL

Penyakit periodontal dapat didefinisikan sebagai proses patologis yang mengenai jaringan periodontal.<sup>2</sup> Bentuk umum dari penyakit ini dikenal sebagai gingivitis dan periodontitis.<sup>5</sup> Penyebab utama penyakit periodontal adalah bakteri.<sup>2,3</sup> Dalam bab ini akan dibahas bakteri-bakteri patogen yang terlibat dan berbagai cara bakteri dalam menyebabkan penyakit periodontal.

### 2.1. Jenis-jenis Bakteri pada Penyakit Periodontal

Lebih dari 400 spesies bakteri teridentifikasi pada plak subgingiva.<sup>6</sup> Bakteri yang terlibat sebagai patogen pada penyakit periodontal didominasi spesies bakteri gram negatif dan anaerob.<sup>5</sup>

Tabel 1. Spesies bakteri yang terlibat sebagai patogen pada periodontitis (Lamont RJ, Lantz MS, Burne RA, LeBlanc DJ, Washington DC:ASM Press, 2006:256)

#### Spesies gram negatif anaerob

*Porphyromonas gingivalis*

*Tannerella forsythia*

*Fusobacterium nucleatum*

*Prevotella intermedia* dan *P. nigrescens*

*Campylobacter rectus*

*Treponema denticola* dan *Spirokheta* yang lain

#### Spesies gram negatif fakultatif

*Actinobacillus actinomycetemcomitans*

*Eikenella corrodens*

#### Spesies gram positif anaerob

*Eubacterium nodatum*

*Peptostreptococcus micros*

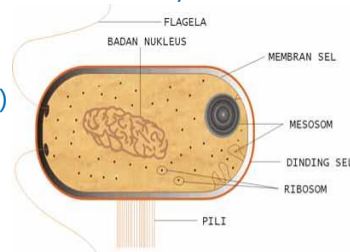
*Streptococcus intermedia*

# Bakteri

Bakteri berasal kata Bakterion (yunani = batang kecil). Di dalam klasifikasi bakteri digolongkan dalam Divisio Schizomycetes.

## CIRI-CIRI UMUM

Tubuh uniseluler (bersel satu)



Tidak berklorofil (meskipun begitu ada beberapa jenis bakteri yang memiliki pigmen seperti klorofil sehingga mampu berfotosintesis dan hidupnya autotrof).

Reproduksi dengan cara membelah diri (dengan pembelahan Amitosis).

Habitat: bakteri hidup dimana-mana (tanah, air, udara, makhluk hidup).

Satuan ukuran bakteri adalah mikron (10-3)

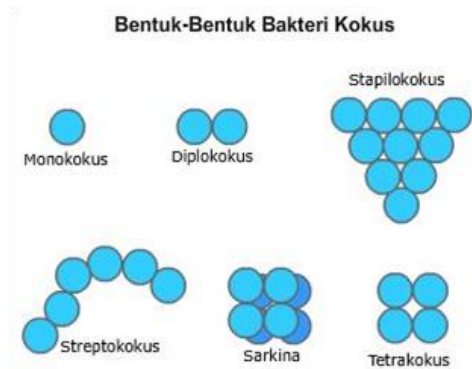
# Bentuk Bakteri

Bentuk dasar bakteri terdiri atas bentuk bulat (kokus), batang (basil), dan spiral (spirilia) serta terdapat bentuk antara kokus dan basil yang disebut kokobasil.

Berbagai macam bentuk bakteri :

1. **Bakteri Kokus** (Berbentuk Bola):

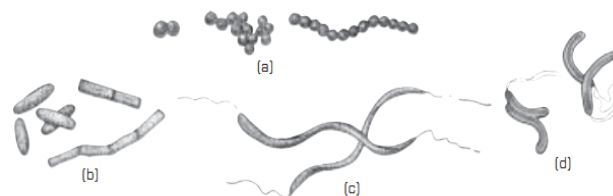
# Bakteri Kokus



- a. Monokokus yaitu berupa sel bakteri kokus tunggal
- b. Diplokokus yaitu dua sel bakteri kokus berdempetan
- c. Tetrakokus yaitu empat sel bakteri kokus berdempetan berbentuk segi empat.
- d. Sarkina yaitu delapan sel bakteri kokus berdempetan membentuk kubus
- e. Streptokokus yaitu lebih dari empat sel bakteri kokus berdempetan membentuk rantai.
- f. Stafilokokus yaitu lebih dari empat sel bakteri kokus berdempetan seperti buah anggur

# Bakteri Vibrio

4. Adapula yang memisahkan **Vibrio** (Koma) dari Spirila.

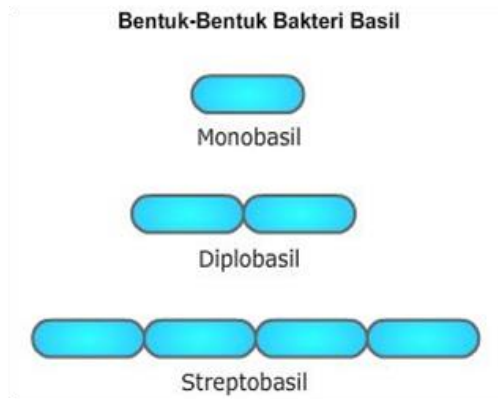


Sumber: *Biology, Barrett*

**Gambar** Sel bakteri tersusun atas susunan yang khas:  
a. Kokus (diplokokus, streptokokus, stafilokokus), b. Basilus (diplobasilus, streptobasilus),  
c. Spirila, d. Koma (vibrio)

# Bakteri Basil

- 2. **Bakteri Basil** (Berbentuk Batang):

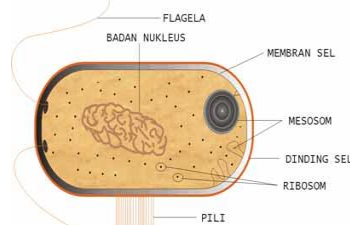


# Bentuk Bakteri



## Alat Gerak Bakteri

Beberapa bakteri mampu bergerak dengan menggunakan bulu cambuk/flagel. Berdasarkan ada tidaknya flagel dan kedudukan flagel tersebut, kita mengenal 5 macam bakteri.



- **Atrich** : bakteri tidak berflagel. contoh: *Escherichia coli*
- **Monotrich** : mempunyai satu flagel salah satu ujungnya. contoh: *Vibrio cholera*
- **Lopotrich** : mempunyai lebih dari satu flagel pada salah satu ujungnya. contoh: *Rhodospirillum rubrum*
- **Ampitrich** : mempunyai satu atau lebih flagel pada kedua ujungnya. contoh: *Pseudomonas aeruginosa*
- **Peritrich** : mempunyai flagel pada seluruh permukaan tubuhnya. contoh: *Salmonella typhosa*

## Beberapa Contoh Penyakit



*Ralstonia solanacearum* pada kentang



*Xanthomonas campestris* pv *musacearum*

## Beberapa Contoh Penyakit



Bercak lokal bakteri



*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*

## Beberapa Contoh Penyakit

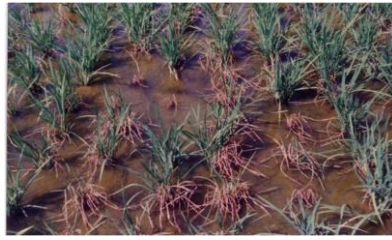


**FIGURE 21.4 A Bacterial Plant Disease**  
Citrus canker is a disease of citrus trees caused by the bacterium *Xanthomonas axonopodis*. This photograph shows the typical lesions on the fruit and leaves of an orange tree.



*Bercak Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*)  
pada buncis.

## Beberapa Contoh Penyakit



Penyakit Kresek pada padi oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* (Xoo)

## PERLINDUNGAN TANAMAN TERHADAP BAKTERI

1. Cara kultur teknis atau budidaya tanaman, seperti:
  - pengolahan tanah, - sanitasi,
  - pemupukan berimbang, - rotasi tanaman,
  - pengaturan waktu tanam - penggunaan benih sehat.
2. Penggunaan tanaman tahan (pemuliaan).
3. Cara fisik (pemanasan, UV, *light trap*, gelombang suara).
4. Cara mekanik (tangkap, cabut, bakar) untuk vektor dan inokulum.
5. Cara Biologis (penggunaan musuh alami untuk jamur dan bakteri)
6. Penggunaan peraturan atau undang-undang (karantina).
7. Penggunaan bahan kimia an organik (fungisida dan bakterisida) dan pestisida nabati.



## BUSUK DAUN TEMBAKAU



## TEMBAKAU



Tanaman tembakau merupakan salah satu komoditas pertanian semusim yang banyak dibudidayakan di Indonesia.

Daun tembakau biasa dimanfaatkan sebagai bahan baku rokok dan cerutu.

Selain di gunakan sebagai bahan baku pembuatan rokok dan cerutu, dalam dunia pertanian daun tembakau juga sering di gunakan sebagai pestisida nabati yang berguna untuk mengendalikan hama pada tanaman.

Walaupun tembakau biasa di gunakan sebagai pestisida nabati, tembakau juga tetap terserang hama dan beberapa penyakit yang dapat menyebabkan kerugian bagi petani yang membudidayakannya, salah satunya adalah busuk daun/busuk bakteri.

## BUSUK DAUN/BUSUK BAKTERI TEMBAKAU

Penyakit busuk daun/busuk bakteri tembakau ini disebabkan oleh bakteri *Sclerotium rolfsii*

*Bakteri Sclerotium rolfsii* merupakan patogen tanaman yang menghasilkan miselium putih berlimpah pada tanaman yang terinfeksi dan dalam budidaya.



## lanjutan

Gejala serangan bakteri *Sclerotium rolfsii* pada tanaman tembakau:

Timbul bercak-bercak pada daun berwarna kelabu yang akan meluas, pada batang yang terserang akan lemas dan menggantung lalu layu, membusuk dan akhirnya mati.

Jika penyakit ini dibiarkan, serangan bakteri ini juga akan menyerang akar, dan akhirnya akan benar benar menyebabkan tanaman mati.



## Lanjutan

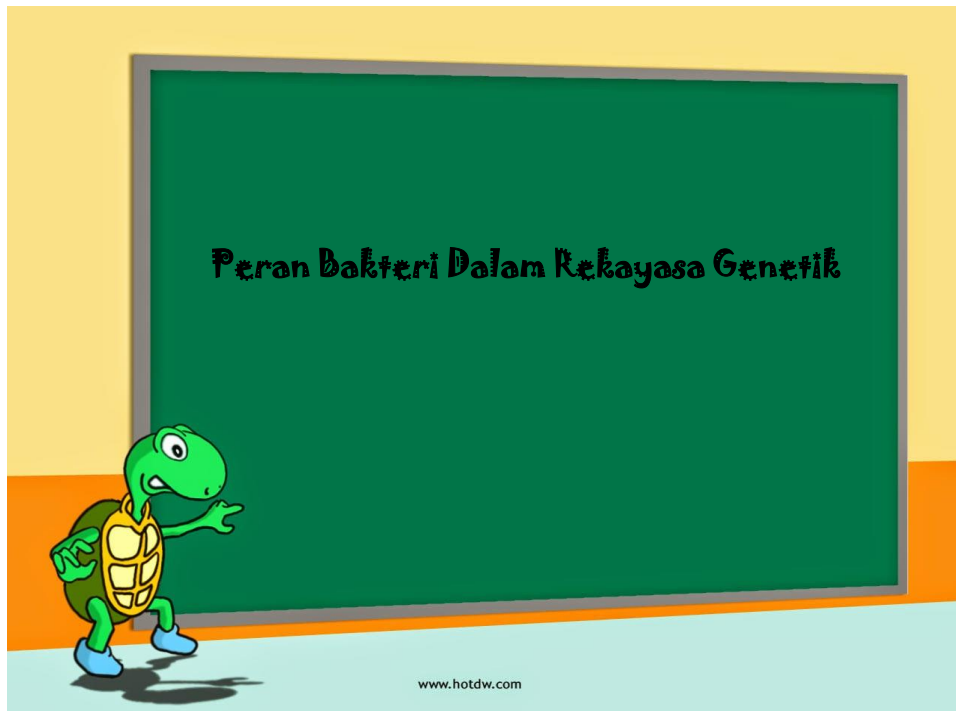
### Penyebaran penyakit:

Penyebaran penyakit ini melalui sentuhan pada daun yang satu dengan daun yang lainya. Juga dapat melalui luka yang terdapat pada batang, dan akibatnya penyakit ini meluas ke batang sehingga pangkal batang akan berwarna hitam. dan atau bahkan dapat menyebar ke tanaman lain yang berada di sekitarnya.

## Lanjutan

### Pengendalian:


- Cara preventi/belum terjadi serangan
  - penggunaan benih yang tahan.
  - rotasi tanam.
- Cara mekanis
  - mencabut tanaman yang telah terserang, lalu bakar tanaman yang terserang tersebut.
- Cara kimia
  - dengan menggunakan bahan kimia yang telah di anjurkan.

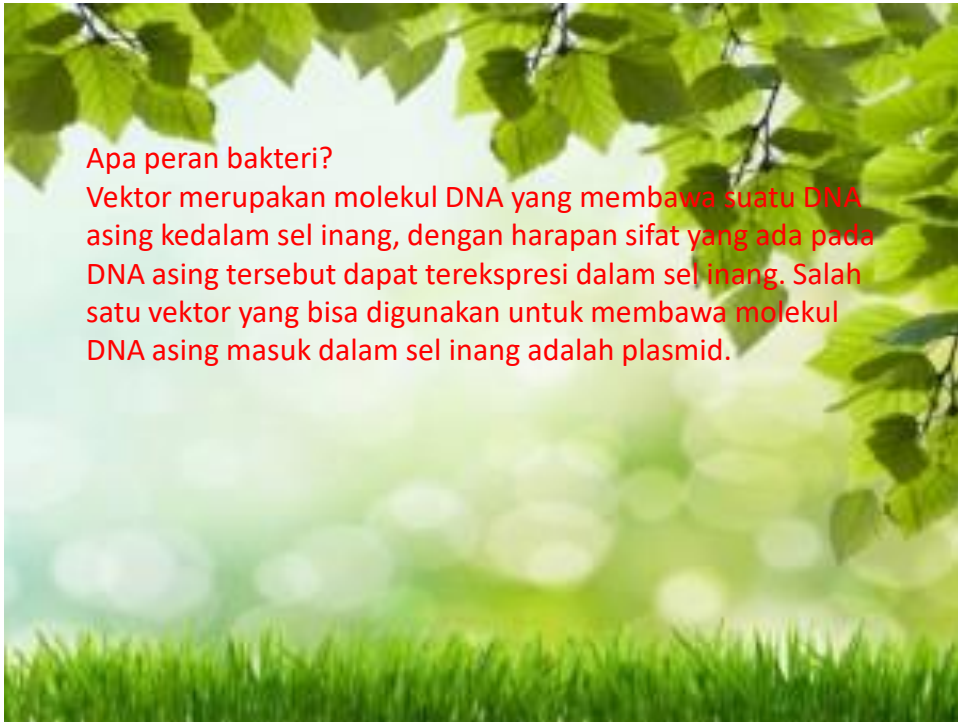


**Rekayasa genetik???**

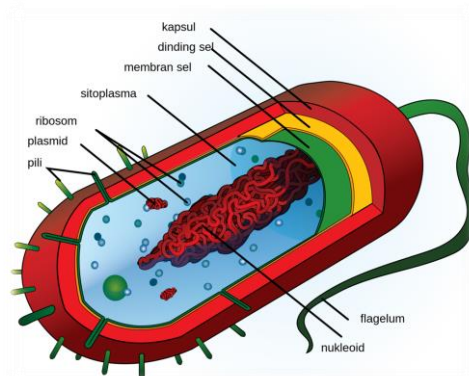
Secara ilmiah, rekayasa genetik adalah manipulasi genetik atau perubahan dalam susunan genetik dari suatu genetik atau organisme dengan proses buatan/sintetis dengan menggunakan Teknologi DNA Rekombinan, untuk menghasilkan sebuah organisme yang memiliki sifat yang diinginkan atau organisme dengan sifat unggul.

\*Organisme tersebut sering disebut *transgenik*.





**Plasmid** adalah molekul DNA sirkuler (lingkaran tertutup) yang berantai ganda dan dapat bereplikasi sendiri di luar kromosom dan tidak mengandung gen-gen esensial. Plasmid terdapat secara alami maupun sudah mengalami modifikasi yang disesuaikan dengan keperluan manipulasi genetik. Plasmid terdapat pada organisme prokariot maupun eukariot. Plasmid inilah yang berfungsi sebagai pembawa sifat rekombinan pada organisme yang akan direkayasa.

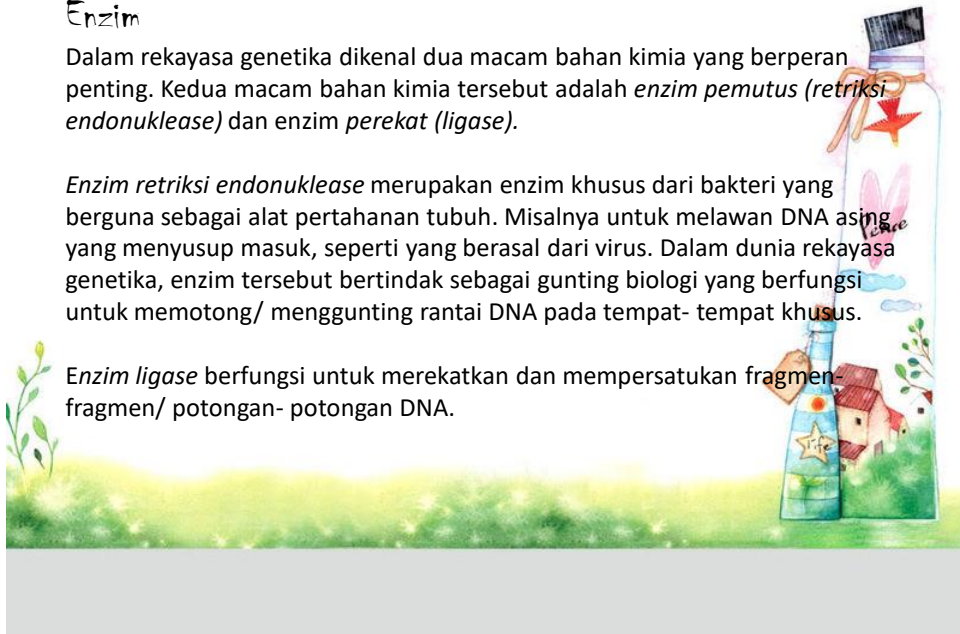


## Enzim

Dalam rekayasa genetika dikenal dua macam bahan kimia yang berperan penting. Kedua macam bahan kimia tersebut adalah *enzim pemutus (retriksi endonuklease)* dan *enzim perekat (ligase)*.

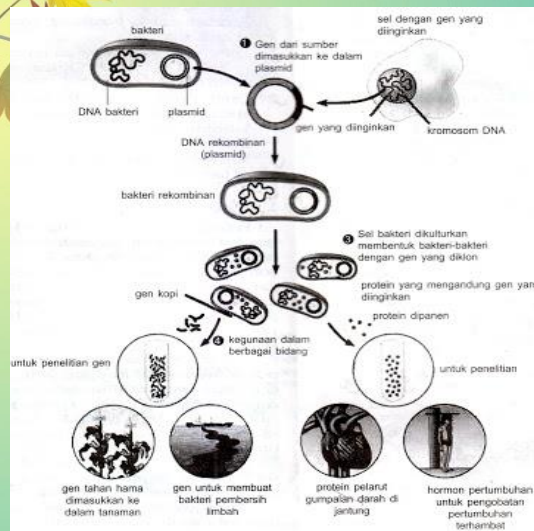
*Enzim retriksi endonuklease* merupakan enzim khusus dari bakteri yang berguna sebagai alat pertahanan tubuh. Misalnya untuk melawan DNA asing yang menyusup masuk, seperti yang berasal dari virus. Dalam dunia rekayasa genetika, enzim tersebut bertindak sebagai gunting biologi yang berfungsi untuk memotong/ menggantung rantai DNA pada tempat- tempat khusus.

*Enzim ligase* berfungsi untuk merekatkan dan mempersatukan fragmen- fragmen/ potongan- potongan DNA.



## Teknik Rekayasa Genetika

### \*Teknik Plasmid Rekayasa Genetika





Beberapa pengembangan rekayasa genetik:

-Bidang Pertanian :

Tanaman transgenik pertama kalinya dibuat tahun 1973 oleh Herbert Boyer dan Stanley Cohen menggunakan bakteri *Agrobacterium tumefaciens* untuk tanaman dikotil atau partikel gen untuk tanaman monokotil, lalu diinokulasikan pada tanaman target untuk menghasilkan tanaman yang dikehendaki. Tujuan dari pengembangan tanaman transgenik ini diantaranya adalah menghambat pelunakan buah (pada tomat), tahan terhadap serangan insektisida, herbisida, virus, meningkatkan nilai gizi tanaman, dan meningkatkan kemampuan tanaman untuk hidup pada lahan yang ekstrem seperti lahan kering, lahan keasaman tinggi dan lahan dengan kadar garam yang tinggi.

-Bidang Kesehatan

sintesis insulin dengan bantuan bakteri yang biasa terdapat di usus besar, namanya *Escherichia coli*.



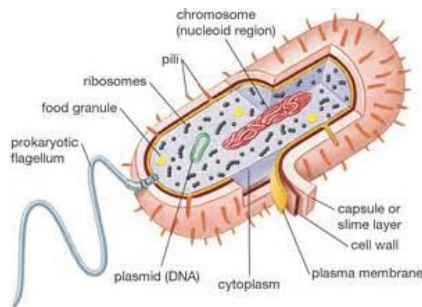
*Tomat (Solanum lycopersicum syn. Lycopersicon esculentum) adalah tumbuhan dari keluarga Solanaceae, tumbuhan asli Amerika Tengah dan Selatan, dari Meksiko sampai Peru. Tomat merupakan tumbuhan siklus hidup singkat, dapat tumbuh setinggi 1 sampai 3 meter. Tomat memiliki batang dan daun yang tidak dapat dikonsumsi karena masih sekeluarga dengan kentang dan Terung yang mengandung Alkaloid.*





### Klasifikasi Tanaman Tomat

Kingdom : *Plantae*  
Subkingdom : *Tracheobionta*  
Super Divisi : *Spermatophyta*  
Divisi : *Magnoliophyta*  
Kelas : *Magnoliopsida*  
Sub Kelas : *Asteridae*  
Ordo : *Solanales*  
Famili : *Solanaceae*  
Genus : *Solanum*  
Spesies : *Solanum lycopersicum L*



Bakteri adalah mikroorganisme bersel tunggal, prokariotik, tidak berklorofil, dan dicirikan oleh perkembangbiakan yang cepat. Bakteri terdapat di mana saja dan beragam menurut sifat fisiologisnya, sehingga mereka menempati relung ekologi yang luas. Bakteri menyukai kondisi lembab atau hangat. Umumnya bakteri dapat bertahan hidup pada sisa-sisa tanaman pertanian, di dalam tanah, pada biji atau tanaman hidup. Bakteri menginfeksi tanaman melalui luka atau pembukaan alami seperti stomata dan lentisel. Biji yang terinfeksi, bibit tanaman yang terinfeksi, cipratan air, serangga dan mesin semuanya dapat menyebarkan bakteri.

> Penyakit layu

Penyebab : *Pseudomonas solanacearum* (E.F. Sm)  
E.F.Sm.

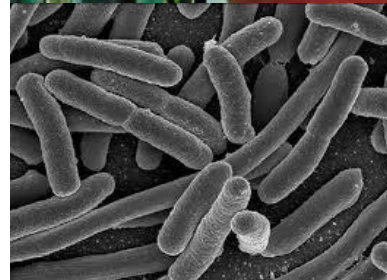
Gejala : tanaman yang diserang penyakit ini lebih cepat layu. Tanaman yang telah terinfeksi daunnya masih hijau tetapi kemudian tiba-tiba layu, terutama pucuk daun yang masih muda, dan daun bagian bawah menguning. Tanaman yang terinfeksi menjadi kerdil, daun menggulung ke bawah, dan kadang-kadang terbentuk akar adventif sepanjang batang tomat. Tanaman yang terserang biasanya akan roboh dan mati.



> Kerak bakteri, bercak bakteri

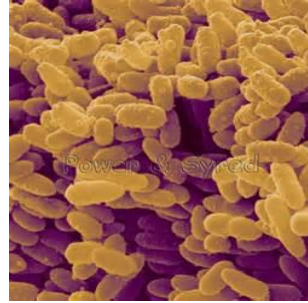
Penyebab : *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

Gejala: adanya bercak berair kecil pada daun dan batang; bercak berair ini akan mengering, cekung dan berwarna coklat keabu-abuan garis tengah 1-5 mm; tanaman tomat yang terserang daun-daunnya mengeriting ke bawah dan mengering; batang yang terluka menyerupai kerak panjang dan berwarna keabu-abuan; daun yang terserang mengalami klorosis dan gugur; pada buah yang terserang mula-mula kelihatan bercak berair, kemudian berubah menjadi bercak bergabus.



> *Busuk Lunak*

*Erwinia carotovora* adalah patogen tanaman yang dapat menyebabkan kematian sel melalui perusakan dinding sel tanaman dengan membuat sel secara osmosis mudah pecah. Hal ini bisa terjadi akibat produksi PCWDE seperti enzim pectic ekstrasellular dan sellulase yang menghancurkan pektin dan sellulase. Organisme ini dapat menyebabkan penyakit busuk lunak pada banyak tanaman dan sayuran yang dapat dikenali dengan bau busuk dan bagian luar yang lembek.



## PENYEBAB BAKTERI PADA TANAMAN CABAI

Penyakit Layu Bakteri Pada  
Tanaman Cabai (*capsicum sp*)

---

Tanaman cabai (*Capsicum* sp.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak digemari masyarakat. Salah satu spesies cabai yang banyak dibudidayakan adalah cabai merah.

Tanaman cabai termasuk tanaman semusim (annual) yang berbentuk perdu, tumbuh tegak dengan batang berkayu dan bercabang banyak. Tinggi tanaman dewasa antara 65 – 170 cm dan lebar tajuk 50 – 100 cm.

---

### Klasifikasi Tanaman Cabai

Kingdom	: Plantae
Sub kingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum</i> sp.

---

---

## Penyakit layu bakteri


Penyakit layu bakteri disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* serangan penyakit ini ditandai dengan layunya tanaman seperti bekas tersiram air panas. Setelah beberapa hari, tanaman akan mati tanda lainnya adalah terdapatnya bercak-bercak cokelat pada berkas pembuluh batang jika batang tanaman diotong. Tanaman yang terserang kayu bakteri, jika batangnya direndam di dalam air jernih, setelah beberapa menit akan keluar semacam cairan berwarna cokelat susu dari batang itu yang merupakan massa dari bakteri *R. solanacearum*. Ini yang membedakannya dengan tanaman yang terserang penyakit layu fusarium.



---


Tanaman cabai (*Capsicum* sp.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak digemari masyarakat. Salah satu spesies cabai yang banyak dibudidayakan adalah cabai merah.

Tanaman cabai termasuk tanaman semusim (annual) yang berbentuk perdu, tumbuh tegak dengan batang berkayu dan bercabang banyak. Tinggi tanaman dewasa antara 65 – 170 cm dan lebar tajuk 50 – 100 cm.



---

Gejala penyakit layu bakteri adalah sebagai berikut :

1. Tanaman yang terserang menunjukkan gejala layu mendadak.
  2. Pada tanaman yang tua gejala layu pertama akan tampak pada bagian bawah tanaman (daun-daun tua). Namun apabila penyakit terdapat pada tanaman yang muda gejala dimulai dari pucuk atau daun-daun bagian atas.
  3. Serangan berat dapat menyebabkan matinya tanaman secara mendadak.
  4. Apabila batang tanaman yang sakit dipotong melintang, dan dicelupkan kedalam air jernih, akan mengeluarkan cairan keruh yang merupakan koloni bakteri
- 









Tanaman cabai Layu disebabkan karena bakteri (*Pseudomonas solanacearum*)

*Pseudomonas solanacearum* merupakan salah satu bakteri penyebab layu bakteri atau penyakit lendar pada tanaman.

• Karakteristik bakteri ini adalah:

1. Selnya berbentuk batang dan bergerak dengan satu flagel
2. Bakteri ini dapat bertahan di dalam tanah dan dapat cepat berkembang biak pada keadaan tanah yang lembab,
3. Bakteri ini dapat menginfeksi akar-akar tanaman melalui luka-luka karena pemindahan bibit, ketika pembumbunan, luka karena gigitan serangga, luka karena tusukan nematoda, dan ternyata bakteri ini juga dapat menginfeksi tanaman melalui luka-luka pada daun.
4. Tanaman yang diserang antara lain: kentang, tomat, pisang, cabai, terung dan lebih dari 140 jenis tanaman terutama yang termasuk dalam keluarga Solanaceae.
5. Patogen ini menyerang jaringan pengangkutan air sehingga mengganggu transportasi air tanaman inang, akibatnya kelihatan tanaman menjadi layu, menguning dan kerdil, dan biasanya dalam beberapa hari tanaman akan mati.

6. Toksin dan enzim yang dihasilkan oleh bakteri ini dapat melarutkan dinding sel akar dan dapat menyebabkan perubahan warna pada jaringan pengangkutan yang dapat dilihat jika batang dipotong (melintang) atau dibelah. Gejala penyakit layu bakteri pada tomat dan tembakau ditandai dengan perubahan warna pada bagian berkas pembuluhnya biasanya menjadi berwarna coklat dan perubahan warna ini dapat meluas sampai ke tulang daun bahkan sampai ke empulur dan akar tanaman yang sakit berwarna coklat
7. Umumnya pertama kali gejala terlihat pada tanaman yang berumur kurang lebih 6 minggu. Gejala yang terlihat adalah daun-daun layu, biasanya dimulai dari daun-daun muda (ujung). Terkadang kelayuan tidak terjadi dengan tiba-tiba, bahkan terjadi kelayuan sepihak, pada bagian yang layu daging daun diantara tulang-tulang daun atau di tepi daun menguning, kemudian mengering dan akhirnya seluruh daun layu dan tanaman menjadi mati.
8. Bila batang tanaman yang sakit dipotong dan potongan tersebut dimasukkan ke dalam gelas/wadah berisi air, yang jernih, kemudian dibiarkan beberapa lama, akan keluar eksudat (cairan berwarna putih kotor) yang berisi jutaan bakteri.

Cara pengendalian penyakit ini dapat dilakukan dengan:

- Penggunaan bibit yang sehat.
- Desinfeksi air siraman.
- Pergiliran tanaman.
- Penggarapan tanah.
- Pemupukan.
- Sterilisasi tanah pembibitan.
- Menyemprot tanaman menggunakan Agrept 20 WP atau Agrimycin 15/1,5 WP.
- Lahan tanaman yang sudah terserang penyakit ini ditebari kapur dan tidak boleh ditanami tanaman yang bisa menjadi inang *R. Solanacearum* selama dua tahun sebab bakteri ini dapat bertahan di dalam tanah selama dua tahun.
- Gunakan pupuk kandang yang telah masak. Pupuk kandang yang belum masak dapat memacu perkembangan bakteri ini melalui kenaikan suhu tanah yang disebabkan oleh proses fermentasi pupuk organik.

- Kurangi penggunaan urea, Kalau perlu gunakan NPK saja. Penggunaan urea yang berlebihan akan menyebabkan tanaman sukulen dan mudah terserang penyakit.
- Gunakan benih tanaman cabai yang tahan terhadap penyakit ini
- Pergiliran tanaman menggunakan tanaman selain famili solanaceae (terung-terungan).
- Mencabut tanaman cabai yang telah terserang penyakit layu bakteri ini.
- Solarisasi dengan mulsa bening agar meningkatkan suhu sebelum masa tanam.
- Pengaturan jarak tanam untuk mengurangi kelembapan.
- Sanitasi dengan membersihkan gulma disekitar pertanaman cabai.

### Contoh salah satu cara pengendalian Layu Bakteri



---

## pengaturan jarak tanam



---

Menyemprot tanaman menggunakan Agrept 20 WP atau Agrimycin 15/1,5 WP.



---

## penggunaan pupuk kandang



# PENGENDALIAN PENYAKIT TANAMAN YANG DISEBABKAN OLEH BAKTERI

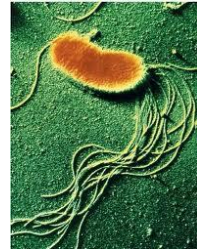
## Pengertian Penyakit pada Tanaman

Penyakit adalah sesuatu yang menyebabkan gangguan pada tanaman sehingga tanaman tersebut tidak dapat bereproduksi atau mati secara perlahan-lahan. Ciri-ciri penyakit pada tanaman :

- ❖ Penyebab penyakit sukar dilihat oleh mata telanjang
- ❖ Penyebab penyakit antara lain mikroorganisme (virus, bakteri, jamur, atau cendawan) dan kekurangan zat tertentu dalam tanah
- ❖ Serangan penyakit umumnya tidak langsung sehingga tanaman mati secara perlahan-lahan

## Bakteri

Bakteri adalah jasad yang terdiri dari satu sel saja dan belum mempunyai inti sejati. Material genetiknya tersebar bebas di dalam sitoplasma dan tidak diselubungi oleh suatu membrane atau selubung.



## Penyakit Tanaman Yang Disebabkan Oleh Bakteri

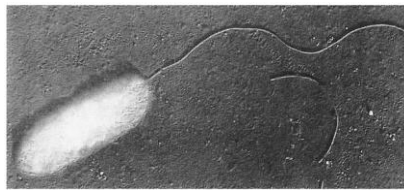
### 1. Penyakit Hawar Daun Padi

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri yang bernama *Xanthomonas oryzae*. Serangan penyakit ini dimulai dengan gejala bercak kuning sampai putih berawal terbentuknya garis lebam berair pada bagian tepi helaian daun.





- Untuk menekan perkembangan penyakit hawar daun padi ini :
  - ❖ pemupukan berimbang.
  - ❖ Pupuk Nitrogen yang diaplikasikan harus diimbangi dengan aplikasi pupuk Kalium.
  - ❖ Penggunaan bakterisida.



## 2. Penyakit layu pada Cabai

penyakit layu ini disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas solanacearum* yang serangannya ditandai dengan gejala yaitu daun muda layu diikuti dengan menguningnya daun - daun tua.



- Pengendalian penyakit layu bakteri ini dapat dilakukan dengan beberapa cara pengendalian yang kompatibel antara lain :
  - ▶ Pengaturan irigasi dengan baik.
  - ▶ Pencelupan bibit dengan larutan bakterisida.
  - ▶ Penyemprotan atau penyiraman dengan bakterisida.
  - ▶ Pergiliran tanaman.



### 3. Penyakit busuk basah pada tanaman kubis

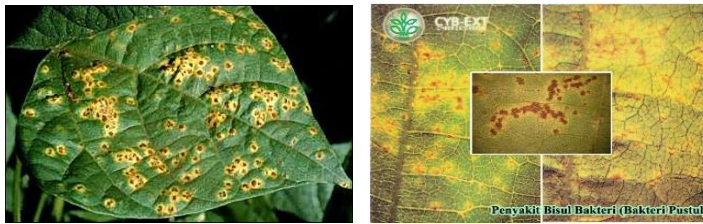
Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Erwinia carotovora* pv. Gejala serangannya biasanya ditandai dengan busuk basah berwarna coklat atau kehitaman pada daun, batang, dan umbi.



- ▶ Pengendaliannya dapat dilakukan dengan cara :
  - ❖ Sanitasi
  - ❖ Jarak tanam tidak terlalu rapat
  - ❖ Menghindari terjadinya luka
  - ❖ Pengendalian pasca panen

#### 4. Penyakit bisul bakteri pada tanaman kedelai

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Xhantomonas compestris pv glycines*. Gejala serangannya dengan adanya bercak kecil berwarna hijau kekuningan dengan bagian tengahnya agak menonjol.




- ▶ Pengendaliannya dapat dilakukan dengan cara :
  - ❖ Pergiliran tanaman dengan tanaman yang bukan inangnya,
  - ❖ Pilihlah varietas unggul, sehat dan bebas patogen,
  - ❖ Menimbun sisa-sisa tanaman sehingga mematikan daur hidupnya

#### 5. Layu bakteri pada tanaman jahe

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum*. Tanaman jahe yang sakit daun - daunnya menjadi menguning, menggulung dari bagian tepinya, dan layu mendadak.





► Pengendaliannya dapat dilakukan dengan cara :

- ❖ Penggunaan benih yang sehat.
- ❖ Sanitasi lingkungan
- ❖ Penggunaan agensia hayati
- ❖ Dan yang terakhir penggunaan bakterisida.