**VIRUS**

**Kompetensi Dasar:**

Mendeskripsikan ciri-ciri, replikasi dan peranan virus dalam kehidupan

**Tujuan Pembelajaran:**

1. Mampu menjelaskan ciri-ciri virus
2. Mampu menjelaskan struktur tubuh virus dan membedakannya dengan makhluk lain
3. Mampu menjelaskan cara hidup virus
4. Mampu menjelaskan dengan gambar infeksi secara litik pada replikasi virus
5. Mampu menjelaskan dengan gambar infeksi secara lisogenik pada replikasi virus
6. Mampu menjelaskan peranan virus yang merugikan dalam kehidupan
7. Mampu menjelaskan peranan virus yang menguntungkan dalam kehidupan

**PENDAHULUAN**

Kata virus berasal dari bahasa latin yaitu **venom** yang berarti racun. Diartikan demikian karena hampir semua jenis virus adalah penyebab penyakit, baik pada tumbuhan, hewan maupun manusia. Virus hanya dapat bereplikasi di dalam sel/jaringan hidup sehingga disebut parasit obligat intraseluler.

Virus memiliki sifat yang unik yaitu apabila di dalam sel makhluk hidup (intraseluler) virus dapat bereplikasi seperti makhluk hidup, sebaliknya apabila virus berada di luar sel makhluk hidup (ekstraseluler) virus merupakan benda mati sehingga sering disebut sebagai partikel. Dalam kondisi ekstraseluler ini, partikel virus dikenal dengan nama **virion**. Virion tidak melakukan aktivitas biosintesis atau respirasi. Pada saat genom virus memasuki sel baru, kondisi intraseluler dimulai. Dalam kondisi intraseluler terjadi reproduksi virus, genom virus dihasilkan dan komponen-komponen pembentuk mantel virus disintesis. Proses pada saat genom virus memasuki sel dan bereproduksi dinamakan infeksi. Sel yang dapat diinfeksi oleh virus dan virus tersebut dapat bereproduksi di dalamnya dinamakan sebagai inang. Virus tersebut kemudian mengambil alih mesin dan fungsi metabolik inang untuk menghasilkan komponen-komponen pembentuk virus.

Virus dapat bertindak sebagai agen penyakit dan agen pewaris sifat. Sebagai agen penyakit, virus memasuki sel dan menyebabkan perubahan-perubahn yang membahayakan bagi sel, yang akhirnya dapat merusak atau bahkan menyebbkan kematian pada sel yang diinfekinya. Sebagai agen pewaris sifat, virus memasuki sel dan tinggal di dalam sel tersebut secara permanen. Perubahan yang diakibatkannya tidak membahayakan bagi sel atau bahkan bersifat menguntungkan. Dalam beberapa kasus, virus dapat bertindak sebagai agen penyakit atau sebagai agen pewaris sifat tergantung dari sel-sel inangnya dan kondisi lingkungan.

**CIRI-CIRI VIRUS**

* + 1. **Ukuran dan bentuk**

Virus memiliki ukuran sangat renik yaitu antara 25-300 nm. Virus yang berukuran paling kecil adalah virus polio. Panjang tubuhnya hanya 25 nm. Virus yang paling besar adalah virus penyerang bakteri yang panjang tubuhnya 100 nm dan virus TMV yang panjang tubuhnya 300 nm. Oleh karena ukuran tubuhnya sangat renik, virus hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron.

Virus bermacam-macam bentuknya tergantung pada jenisnya. Ada yang berbentuk bulat, batang, oval, silindris, kubus, tidak beraturan dan ada pula yang berbentuk huruf T. Virus yang berbentuk bulat misalnya virus penyebab influenza dan virus penyebab AIDS. Virus yang berbentuk batang misalnya virus TMV, virus yang berbentuk oval misalnya virus rabies dan virus yang berbentuk T misalnya virus yang menyerang bakteri (bakteriofage).



Gambar 14. Macam-macam bentuk virus

* + 1. **Struktur Virus**

Virus paling sederhana terdiri dari asam nukleat yang dibungkus kapsid yang disebut nukleokapsid. Virus yang hanya terdiri dari nukleokapsid disebut virus telanjang. Contoh virus yang hanya berupa nukleokapsid adalah TMV, adenovirus dan virus kutil. Selain nukleokapsid ada virus yang memiliki bagian luar seperti selubung, ekor, kepala dan lain-lain. Virus yang seperti ini disebut virus kompleks.

Berikut akan kita bahas struktur virus kompleks:

* + 1. **Virus berselubung**

Virus berselubung ditandai dengan nukleokapsid yang diselubungi oleh suatu membrane pembungkus, misalnya pada virus influenza,virus herpes dan HIV.



Gambar 15. Virus berselubung (HIV)

* + 1. **Bakteriofage**

Untuk mempermudah dan memahami struktur virus, kita pelajari struktur bakteriofage. Struktur bakteriofage terdiri dari kepala, ekor dan serabut kaki. Kepala terdiri dari asam nukleat yang diselubungi kapsid berbentuk polihedral. Bagian ekor menancap ke kepala. Kaki serabut merupakan perpanjangan ekor yang berfungsi untuk menempel pada permukaan sel bakteri.



Gambar 16. Struktur tubuh bakteriofage

* + 1. **Penyebaran Virus**

Virus menunjukkan ciri kehidupan hanya jika berada pada sel organisme sel lain. Sel inang virus berupa bakteri, mikroorganisme eukariot, sel tumbuhan dan sel hewan serta sel manusia. Virus yang menyerang tumbuhan dapat masuk kedalam tumbuhan lain, terutama hewan melalui perantara serangga. Virus yang menyerang tumbuhan atau hewan serta manusia dapat masuk ke dalam tubuh hewan atau manusia lain misalnya melalui makanan, minuman, udara, darah, luka dan gigitan.

* + 1. **Klasifikasi**

Berbagai jenis virus diklasifikasikan berdasarkan jenis sel inang. Inang spesifik terutama ditentukan dari kesesuaian reseptor pada permukaan sel inang tempat virus melekat. Berdasarkan jenis sel inangnya, virus diklasifikasikan dalam empat kelompok yaitu: virus bakteri, virus mikroorganime eukariot, virus tumbuhan dan virus hewan.

* + 1. **Perkembangbiakan Virus**

Perkembangbiakkan virus sering juga disebut dengan istilah **replikasi**. Untuk berkembangbiak, virus memerlukan lingkungan sel yang hidup. Oleh karena itu, virus menginfeksi sel bakteri, sel hewan, sel tumbuhan dan sel manusia. Ada dua macam cara virus menginfeksi bakteri, yaitu secara ***litik*** dan secara ***lisogenik*.** Pada infeksi secara lisogenik, virus tidak menghancurkan sel, tetapi berintegrasi dengan DNA sel induk. Dengan demikian, virus akan bertambah banyak pada saat sel inang membelah.

Pada prinsipnya cara perkembangbiakan virus pada hewan maupun tumbuhan mirip dengan yang berlansung pada bakteriofag seperti yang diuraikan berikut ini.

* + 1. **Infeksi secara litik** melalui fase-fase berikut ini:
    2. Fase Absorpsi

Pada fase Absorpsi, fage melekat di bagian tertentu dari dinding sel bakteri dengan serabut ekornya. Daerah perlekatan itu disebut daerah reseptor, daerah ini khas bagi fage sehingga fage jenis lain tidak dapat melekat di tempat tersebut.

* + 1. Fase Penetrasi

Meskipun tidak memilki enzim untuk metabolisme, bakteriofage memiliki enzim lisosom yang berfungsi merusak dinding sel bakteri. Setelah dinding sel bakteri terhidrolisi, maka DNA fage masuk ke dalam sel bakteri

* + 1. Fase Replikasi dan Sintesis

Pada fase ini, fage merusak DNA bakteri dan menggunakannya sebagai bahan untuk replikasi dan sintesis. Pada fase replikasi, fage menyusun dan memperbanyak DNAnya. Pada fase sintesis, fage membentuk selubung-selubung protein (kapsid) baru. Bagian-bagian fage yang terdiri dari kepala, ekor dan serabut ekor telah terbentuk.

* + 1. Fase Perakitan

Komponen-komponen fage akan disusun membentuk fage baru yang lengkap dengan molekul DNA dan kapsidnya

* + 1. Fase Pembebasan atau lisis

Setelah fage dewasa, sel bakteri akan pecah (lisis), sehingga fage yang baru akan keluar. Jumlah virus baru ini dapat mencapai 200 buah. Pembentukkan partikel bakteriofage melalui siklus litik ini memerlukan waktu 20 menit.

* + 1. **Infeksi secara lisogenik**

Infeksi secara lisogenik melalui fase-fase berikut ini:

* + - 1. Fase Absorpsi dan Infeksi

Pada fase absrpsi dan infeksi peristiwa yang terjadi sam halnya dengan fase absropsi pada infeksi secara litik. Fage menempel di tempat yang tepat yang spesifik pada sel bakteri.

* + - 1. Fase Penetrasi

Pada fase ini, fage melepas enzim lisozim sehingga dinding sel bakteri berlubang. Selanjutnya, DNA fage masuk ke dalam sel bakteri.

* + - 1. Fase Penggabungan

DNA virus bergabung dengan DNA bakteri membentuk profage. Dalam bentuk profage, sebagian besar gen berada dalam fase tidak aktif, tetapi sedikitnya ada satu gen yang selalu aktif. Gen aktif berfungsi untuk mengkode protein reseptor yang berfungsi menjaga agar sebagian gen profage tidak aktif.

* + - 1. Fase Replikasi

Saat profage akan bereplikasi, itu artinya DNA fage juga turut bereplikasi. Kemudian ketika bakteri membelah diri, bakteri menghasilkan dua sel anakan yang masing-masing mengandung profage. DNA fage (dalam profage) akan terus bertambah banyak jika sel bakteri terus menerus membelah. Bakteri lisogenik dapat diinduksi untuk mengaktifkan profagenya. Pengaktifan ini mengakibatkan terjadinya siklus litik.

**LEMBAR KERJA**

**VIRUS**

1. Gambarkan struktur tubuh virus lengkap dengan bagian-bagiannya!
2. Jelaskan virus sebagai agen penyakit dan sebagai agen pembawa sifat!
3. Tuliskan ciri-ciri virus!

|  |  |
| --- | --- |
| **Ciri-ciri** | **Penjelasan** |
| Ukuran |  |
| Bentuk |  |
| Struktur |  |

1. Mengapa virus tidak digolongkan kedalam kelompok makhluk hidup?
2. Jelaskan secara ringkas replikasi virus secara:
3. **Litik**



1. Fase adsorbsi
2. Fase penetrasi
3. Fase sintesis
4. Fase perakitan
5. Fase lisis
6. **Lisogenik**
7. Jelaskan peranan virus yang menguntungkan dan merugikan dalam kehidupan!

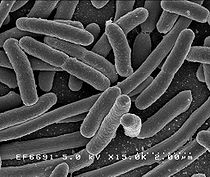
Yogyakarta, ……………….

Praktikan,

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**BAKTERI**

* + - 1. **Pendahuluan**

[](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:EscherichiaColi_NIAID.jpg)

**Bakteri**, dari kata latin *bacterium* (jamak, *bacteria*), adalah kelompok raksasa dari organisme hidup. Mereka sangatlah kecil (mikroskopik) dan kebanyakan uniseluler (bersel tunggal), dengan struktur sel yang relatif sederhana tanpa nukleus/inti sel, cytoskeleton, dan organel lain seperti mitokondria dan kloroplas. Struktur sel mereka dijelaskan lebih lanjut dalam artikel mengenai prokariota, karena bakteri merupakan prokariota, untuk membedakan mereka dengan organisme yang memiliki sel lebih kompleks, disebut eukariota. Istilah "bakteri" telah diterapkan untuk semua prokariota atau untuk kelompok besar mereka, tergantung pada gagasan mengenai hubungan mereka.

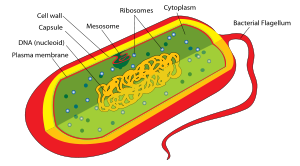
Bakteri adalah yang paling berkelimpahan dari semua organisme. Mereka tersebar (berada di mana-mana) di tanah, air, dan sebagai simbiosis dari organisme lain. Banyak pathogen merupakan bakteri. Kebanyakan dari mereka kecil, biasanya hanya berukuran 0,5-5 μm, meski ada jenis dapat menjangkau 0,3 mm dalam diameter (*Thiomargarita*). Mereka umumnya memiliki dinding sel, seperti sel tumbuhan dan jamur, tetapi dengan komposisi sangat berbeda (**peptidoglikan**). Banyak yang bergerak menggunakan **flagela**, yang berbeda dalam strukturnya dari flagela kelompok lain.

* + - 1. **Sejarah**

|  |
| --- |
|  |

Bakteri pertama ditemukan oleh **Anthony van Leeuwenhoek** pada 1674 dengan menggunakan mikroskop buatannya sendiri. Istilah *bacterium* diperkenalkan di kemudian hari oleh Ehrenberg pada tahun 1828, diambil dari kata Yunani βακτηριον yang memiliki arti "*small stick*".

* + - 1. **Struktur sel**

[](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Prokaryote_cell_diagram.svg)

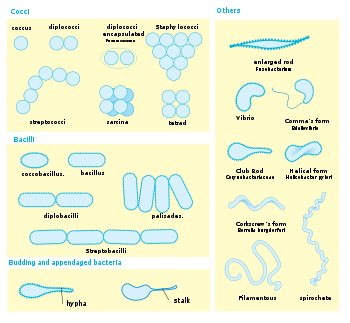
[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Prokaryote_cell_diagram.svg)

Seperti prokariota (organisme yang tidak memiliki selaput inti) pada umumnya, semua bakteri memiliki struktur sel yang relatif sederhana. Struktur bakteri yang paling penting adalah **dinding sel**. Bakteri dapat digolongkan menjadi dua kelompok yaitu Gram positif dan Gram negatif didasarkan pada perbedaan struktur dinging sel. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang terdiri atas lapisan peptidoglikan yang tebal dan asam *teichoic*. Sementara bakteri Gram negatif memiliki lapisan luar, lipopolisakarida - terdiri atas membran dan lapisan peptidoglikan yang tipis terletak pada periplasma (di antara lapisan luar dan membran sitoplasmik).

Banyak bakteri memiliki struktur di luar sel lainnya seperti flagela dan fimbria yang digunakan untuk bergerak, melekat dan konjugasi. Beberapa bakteri juga memiliki kapsul atau lapisan lendir yang membantu pelekatan bakteri pada suatu permukaan dan *biofilm formation*. Bakteri juga memiliki [kromosom](http://id.wikipedia.org/wiki/Kromosom), [ribosom](http://id.wikipedia.org/wiki/Ribosom) dan beberapa spesies lainnya memiliki [granula makanan](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Granula_makanan&action=edit&redlink=1), [vakuola gas](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Vakuola_gas&action=edit&redlink=1) dan [magnetosom](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Magnetosom&action=edit&redlink=1).

Beberapa bakteri mampu membentuk [**endospora**](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Endospora&action=edit&redlink=1) yang membuat mereka mampu bertahan hidup pada lingkungan ekstrim.

Gambar 18. Morfologi/bentuk bakteri

[](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Bacterial_morphology_diagram.svg)

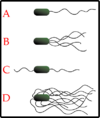
* + - 1. **Berbagai Bentuk Tubuh Bakteri**

Berdasarkan berntuknya, bakteri dibagi menjadi tiga golongan besar, yaitu:

* Kokus (*Coccus*) dalah bakteri yang berbentuk bulat seperti bola, dan mempunyai beberapa variasi sebagai berikut:
  + *Mikrococcus*, jika kecil dan tunggal
  + *Diplococcus*, jka bergandanya dua-dua
  + *Tetracoccus*, jika bergandengan empat dan membentuk bujursangkar
  + *Sarcina*, jika bergerombol membentuk kubus
  + *Staphylococcus*, jika bergerombol
  + *Streptococcus*, jika bergandengan membentuk rantai
* Basil (*Bacillus*) adalah kelompok bakteri yang berbentuk batang atau silinder, dan mempunyai variasi sebagai berikut:
  + *Diplobacillus*, jika bergandengan dua-dua
  + *Streptobacillus*, jika bergandengan membentuk rantai
* Spiril (*Spirilum*) adalah bakteri yang berbentuk lengkung dan mempunyai variasi sebagai berikut:
  + *Vibrio*, (bentuk koma), jika lengkung kurang dari setengah lingkaran
  + *Spiral*, jika lengkung lebih dari setengah lingkaran

Bentuk tubuh/[morfologi](http://id.wikipedia.org/wiki/Morfologi) 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 relatif lebih besar daripada yang sudah tua.

* + - 1. **Alat Gerak Bakteri**

[](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Flagella.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Flagella.png)Gambar 19. Alat gerak bakteri: A-Monotrik; B-Lofotrik; C-Amfitrik; D-Peritrik

Banyak [spesies](http://id.wikipedia.org/wiki/Spesies) bakteri yang bergerak menggunakan [flagel](http://id.wikipedia.org/wiki/Flagel). Hampir semua bakteri yang berbentuk lengkung dan sebagian yang berbentuk batang ditemukan adanya flagel. Sedangkan bakteri kokus jarang sekali memiliki flagel. Ukuran flagel bakteri sangat kecil, tebalnya 0,02 – 0,1 mikro, dan panjangnya melebihi panjang [sel](http://id.wikipedia.org/wiki/Sel) bakteri. Berdasarkan tempat dan jumlah flagel yang dimiliki, bakteri dibagi menjadi lima golongan, yaitu:

* *Atrik*, tidak mempunyai [flagel](http://id.wikipedia.org/wiki/Flagel).
* *Monotrik*, mempunyai satu [flagel](http://id.wikipedia.org/wiki/Flagel) pada salah satu ujungnya.
* *Lofotrik*, mempunyai sejumlah [flagel](http://id.wikipedia.org/wiki/Flagel) pada salah satu ujungnya.
* *Amfitrik*, mempunyai satu [flagel](http://id.wikipedia.org/wiki/Flagel) pada kedua ujungnya.
* *Peritrik*, mempunyai [flagel](http://id.wikipedia.org/wiki/Flagel) pada seluruh permukaan tubuhnya.
  + - 1. **Pengaruh Lingkungan Terhadap Bakteri**

Kondisi lingkungan yang mendukung dapat memacu pertumbuhan dan [reproduksi](http://id.wikipedia.org/wiki/Reproduksi) bakteri. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan reproduksi bakteri adalah [suhu](http://id.wikipedia.org/wiki/Suhu), [kelembapan](http://id.wikipedia.org/wiki/Kelembapan), dan [cahaya](http://id.wikipedia.org/wiki/Cahaya).

1. **Suhu**

Berdasarkan kisaran suhu aktivitasnya, bakteri dibagi menjadi 3 golongan:

* Bakteri *psikrofil*, yaitu bakteri yang hidup pada daerah suhu antara 0°– 30°C, dengan suhu optimum 15°C.
* Bakteri *mesofil*, yaitu bakteri yang hidup di daerah suhu antara 15° – 55°C, dengan suhu optimum 25° – 40°C.
* Bakteri *termofil*, yaitu bakteri yang dapat hidup di daerah suhu tinggi antara 40° – 75°C, dengan suhu optimum 50 - 65°C

Pada tahun 1967 di [Yellow Stone Park](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Yellow_Stone_Park&action=edit&redlink=1) ditemukan bakteri yang hidup dalam sumber air panas bersuhu 93° – 500°C.

1. **Kelembapan**

Pada umumnya bakteri memerlukan kelembapan yang cukup tinggi, kira-kira 85%. Pengurangan kadar air dari protoplasma menyebabkan kegiatan [metabolisme](http://id.wikipedia.org/wiki/Metabolisme) terhenti, misalnya pada proses pembekuan dan pengeringan.

1. **Cahaya**

Cahaya sangat berpengaruh pada proses pertumbuhan bakteri. Umumnya cahaya merusak sel [mikroorganisme](http://id.wikipedia.org/wiki/Mikroorganisme) yang tidak ber[klorofil](http://id.wikipedia.org/wiki/Klorofil). Sinar [ultraviolet](http://id.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet) dapat menyebabkan terjadinya [ionisasi](http://id.wikipedia.org/wiki/Ionisasi) komponen sel yang berakibat menghambat pertumbuhan atau menyebabkan kematian. Pengaruh cahaya terhadap bakteri dapat digunakan sebagai dasar [sterilisasi](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Sterilisasi&action=edit&redlink=1) atau pengawetan bahan [makanan](http://id.wikipedia.org/wiki/Makanan).

Jika keadaan lingkungan tidak menguntungkan seperti suhu tinggi, kekeringan atau zat-zat kimia tertentu, beberapa spesies dari Bacillus yang [aerob](http://id.wikipedia.org/wiki/Aerob) dan beberapa spesies dari Clostridium yang [anaerob](http://id.wikipedia.org/wiki/Anaerob) dapat mempertahankan diri dengan [spora](http://id.wikipedia.org/wiki/Spora). Spora tersebut dibentuk dalam sel yang disebut endospora. Endospora dibentuk oleh penggumpalan protoplasma yang sedikit sekali mengandung air. Oleh karena itu endospora lebih tahan terhadap keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan dibandingkan dengan bakteri aktif. Apabila keadaan lingkungan membaik kembali, endospora dapat tumbuh menjadi satu sel bakteri biasa. Letak endospora di tengah-tengah sel bakteri atau pada salah satu ujungnya.

* + - 1. **Peranan Bakteri**

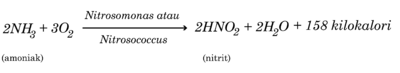
1. **Bakteri menguntungkan**
2. **Bakteri pengurai**

Bakteri saprofit menguraikan tumbuhan atau hewan yang mati, serta sisa-sisa atau kotoran organisme. Bakteri tersebut menguraikan [protein](http://id.wikipedia.org/wiki/Protein), [karbohidrat](http://id.wikipedia.org/wiki/Karbohidrat) dan senyawa organik lain menjadi CO2, gas amoniak, dan senyawa-senyawa lain yang lebih sederhana. Oleh karena itu keberadaan bakteri ini sangat berperan dalam mineralisasi di alam dan dengan cara ini bakteri membersihkan dunia dari sampah-sampah organik.

1. **Bakteri nitrifikasi**

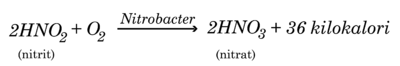
Bakteri nitrifikasi adalah bakteri-bakteri tertentu yang mampu menyusun senyawa nitrat dari amoniak yang berlangsung secara aerob di dalam tanah. Nitrifikasi terdiri atas dua tahap yaitu:

* Oksidasi amoniak menjadi nitrit oleh bakteri nitrit. Proses ini dinamakan nitritasi.

[](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Nitritasi.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Nitritasi.png)Keterangan: Reaksi nitritasi

* Oksidasi senyawa nitrit menjadi nitrat oleh bakteri nitrat. Prosesnya dinamakan nitratasi.

[](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Nitratasi.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Nitratasi.png)Keterangan: Reaksi nitratasi

Dalam bidang pertanian, nitrifikasi sangat menguntungkan karena menghasilkan senyawa yang diperlukan oleh tanaman yaitu nitrat. Tetapi sebaliknya di dalam air yang disediakan untuk sumber air minum, nitrat yang berlebihan tidak baik karena akan menyebabkan pertumbuhan [ganggang](http://id.wikipedia.org/wiki/Ganggang) di permukaan air menjadi berlimpah.

1. **Bakteri nitrogen**

Bakteri nitrogen adalah bakteri yang mampu mengikat [nitrogen](http://id.wikipedia.org/wiki/Nitrogen) bebas dari udara dan mengubahnya menjadi suatu senyawa yang dapat diserap oleh tumbuhan. Karena kemampuannya mengikat nitrogen di udara, bakteri-bakteri tersebut berpengaruh terhadap nilai ekonomi tanah pertanian. Kelompok bakteri ini ada yang hidup bebas maupun simbiosis. Bakteri nitrogen yang hidup bebas yaitu [*Azotobacter chroococcum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Azotobacter_chroococcum&action=edit&redlink=1), [*Clostridium pasteurianum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Clostridium_pasteurianum&action=edit&redlink=1), dan [*Rhodospirillum rubrum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Rhodospirillum_rubrum&action=edit&redlink=1). Bakteri nitrogen yang hidup bersimbiosis dengan tanaman polong-polongan yaitu [*Rhizobium leguminosarum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Rhizobium_leguminosarum&action=edit&redlink=1), yang hidup dalam akar membentuk nodul atau bintil-bintil akar. Tumbuhan yang bersimbiosis dengan *Rhizobium* banyak digunakan sebagai pupuk hijau seperti *Crotalaria*, *Tephrosia*, dan *Indigofera*. Akar tanaman polong-polongan tersebut menyediakan karbohidrat dan senyawa lain bagi bakteri melalui kemampuannya mengikat nitrogen bagi akar. Jika bakteri dipisahkan dari inangnya (akar), maka tidak dapat mengikat nitrogen sama sekali atau hanya dapat mengikat nitrogen sedikit sekali. Bintil-bintil akar melepaskan senyawa nitrogen organik ke dalam tanah tempat tanaman polong hidup. Dengan demikian terjadi penambahan nitrogen yang dapat menambah kesuburan tanah.

1. **Bakteri usus**

Bakteri [*Eschereria coli*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Eschereria_coli&action=edit&redlink=1) hidup di kolon ([usus besar](http://id.wikipedia.org/wiki/Usus_besar)) manusia, berfungsi membantu membusukkan sisa pencernaan juga menghasilkan vitamin B12, dan [vitamin](http://id.wikipedia.org/wiki/Vitamin) K yang penting dalam proses pembekuan [darah](http://id.wikipedia.org/wiki/Darah). Dalam organ pencernaan berbagai hewan ternak dan kuda, bakteri anaerobik membantu mencernakan [selusosa](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Selusosa&action=edit&redlink=1) rumput menjadi zat yang lebih sederhana sehingga dapat diserap oleh dinding usus.

1. **Bakteri fermentasi**

Beberapa makanan hasil fermentasi dan mikroorganisme yang berperan:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama produk atau makanan** | **Bahan baku** | **Bakteri yang berperan** |
| 1. | Yoghurt | susu | [*Lactobacillus bulgaricus*](http://id.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_bulgaricus) dan [*Streptococcus thermophilus*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Streptococcus_thermophilus&action=edit&redlink=1) |
| 2. | Mentega | susu | [*Streptococcus lactis*](http://id.wikipedia.org/wiki/Streptococcus_lactis) |
| 3. | Terasi | ikan | [*Lactobacillus sp.*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Lactobacillus_sp.&action=edit&redlink=1) |
| 4. | Asinan buah-buahan | buah-buahan | [*Lactobacillus sp.*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Lactobacillus_sp.&action=edit&redlink=1) |
| 5. | Sosis | daging | [*Pediococcus cerevisiae*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Pediococcus_cerevisiae&action=edit&redlink=1) |
| 6. | Kefir | susu | [*Lactobacillus bulgaricus*](http://id.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_bulgaricus) dan [*Srteptococcus lactis*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Srteptococcus_lactis&action=edit&redlink=1) |

1. **Bakteri penghasil antibiotik**

[Antibiotik](http://id.wikipedia.org/wiki/Antibiotik) merupakan zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan mempunyai daya hambat terhadap kegiatan mikroorganisme lain. Beberapa bakteri yang menghasilkan antibiotik adalah:

* [*Bacillus brevis*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bacillus_brevis&action=edit&redlink=1), menghasilkan [terotrisin](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Terotrisin&action=edit&redlink=1)
* [*Bacillus subtilis*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bacillus_subtilis&action=edit&redlink=1)*, menghasilkan* [*basitrasin*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Basitrasin&action=edit&redlink=1)
* [*Bacillus polymyxa*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bacillus_polymyxa&action=edit&redlink=1), menghasilkan [polimixin](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Polimixin&action=edit&redlink=1)

1. **Bakteri merugikan**
2. **Bakteri perusak makanan**

Beberapa spesies pengurai tumbuh di dalam makanan. Mereka mengubah makanan dan mengeluarkan hasil [metabolisme](http://id.wikipedia.org/wiki/Metabolisme) yang berupa toksin (racun). Racun tersebut berbahaya bagi kesehatan manusia. Contohnya:

* [*Clostridium botulinum*](http://id.wikipedia.org/wiki/Clostridium_botulinum), menghasilkan racun botulinin, seringkali terdapat pada makanan kalengan
* [*Pseudomonas cocovenenans*](http://id.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_cocovenenans)*, menghasilkan asam bongkrek, terdapat pada tempe bongkrek*
* [*Leuconostoc mesenteroides*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Leuconostoc_mesenteroides&action=edit&redlink=1), penyebab pelendiran makanan

1. **Bakteri denitrifikasi**

Jika [oksigen](http://id.wikipedia.org/wiki/Oksigen) dalam tanah kurang maka akan berlangsung denitrifikasi, yaitu nitrat direduksi sehingga terbentuk nitrit dan akhirnya menjadi amoniak yang tidak dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Contoh bakteri yang menyebabkan denitrifikasi adalah [*Micrococcus denitrificans*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Micrococcus_denitrificans&action=edit&redlink=1) dan [*Pseudomonas denitrificans*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Pseudomonas_denitrificans&action=edit&redlink=1).

1. **Bakteri patogen**

Merupakan kelompok bakteri parasit yang menimbulkan penyakit pada [manusia](http://id.wikipedia.org/wiki/Manusia), [hewan](http://id.wikipedia.org/wiki/Hewan) dan [tumbuhan](http://id.wikipedia.org/wiki/Tumbuhan).

Bakteri penyebab penyakit pada manusia:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama bakteri** | **Penyakit yang ditimbulkan** |
| 1. | [*Salmonella typhosa*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Salmonella_typhosa&action=edit&redlink=1) | Tifus |
| 2. | [*Shigella dysenteriae*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Shigella_dysenteriae&action=edit&redlink=1) | Disentri basiler |
| 3. | [*Vibrio comma*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Vibrio_comma&action=edit&redlink=1) | Kolera |
| 4. | [*Haemophilus influenza*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Haemophilus_influenza&action=edit&redlink=1) | Influensa |
| 5. | [*Diplococcus pneumoniae*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Diplococcus_pneumoniae&action=edit&redlink=1) | Pneumonia (radang paru-paru) |
| 6. | [*Mycobacterium tuberculosis*](http://id.wikipedia.org/wiki/Mycobacterium_tuberculosis) | TBC paru-paru |
| 7. | [*Clostridium tetani*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Clostridium_tetani&action=edit&redlink=1) | Tetanus |
| 8. | [*Neiseria meningitis*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Neiseria_meningitis&action=edit&redlink=1) | Meningitis (radang selaput otak) |
| 9. | [*Neiseria gonorrhoeae*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Neiseria_gonorrhoeae&action=edit&redlink=1) | Gonorrhaeae (kencing nanah) |
| 10. | [*Treponema pallidum*](http://id.wikipedia.org/wiki/Treponema_pallidum) | Sifilis atau Lues atau raja singa |
| 11. | [*Mycobacterium leprae*](http://id.wikipedia.org/wiki/Mycobacterium_leprae) | Lepra (kusta) |
| 12. | [*Treponema pertenue*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Treponema_pertenue&action=edit&redlink=1) | Puru atau patek |

Bakteri penyebab penyakit pada hewan:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama bakteri** | **Penyakit yang ditimbulkan** |
| 1. | [*Brucella abortus*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Brucella_abortus&action=edit&redlink=1) | Brucellosis pada sapi |
| 2. | [*Streptococcus agalactia*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Streptococcus_agalactia&action=edit&redlink=1) | Mastitis pada sapi (radang payudara) |
| 3. | [*Bacillus anthracis*](http://id.wikipedia.org/wiki/Bacillus_anthracis) | Antraks |
| 4. | [*Actinomyces bovis*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Actinomyces_bovis&action=edit&redlink=1) | Bengkak rahang pada sapi |
| 5. | [*Cytophaga columnaris*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Cytophaga_columnaris&action=edit&redlink=1) | Penyakit pada ikan |

Bakteri penyebab penyakit pada tumbuhan:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama bakteri** | **Penyakit yang ditimbulkan** |
| 1. | [*Xanthomonas oryzae*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Xanthomonas_oryzae&action=edit&redlink=1) | Menyerang pucuk batang padi |
| 2. | [*Xanthomonas campestris*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Xanthomonas_campestris&action=edit&redlink=1) | Menyerang tanaman kubis |
| 3. | [*Pseudomonas solanacaerum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Pseudomonas_solanacaerum&action=edit&redlink=1) | Penyakit layu pada famili terung-terungan |
| 4. | [*Erwinia amylovora*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Erwinia_amylovora&action=edit&redlink=1) | Penyakit bonyok pada buah-buahan |

* + - 1. **Dekomposisi**

Bakteri bekerja secara terstruktur dalam proses degradasi organisme atau proses pembusukan mayat. Proses pembusukan berawal dari mikroorganisme, misalnya bakteri-bakteri yang hidup di dalam usus besar manusia. Bakteri tersebut mulai mendegradasi protein yang terdapat dalam tubuh. Jika seluruh jenis ikatan protein sudah terputus, beberapa jaringan tubuh menjadi tidak berfungsi. Proses ini disempurnakan bakteri yang datang dari luar tubuh mayat, dan dapat pula berasal dari udara, tanah, ataupun air. Seluruh jenis bakteri ini menyerang hampir seluruh sel di tubuh dengan cara menyerang sistem pertahanan tubuh yang tidak lagi aktif, menghancurkan jaringan otot, atau menghasilkan enzim penghancur sel yang disebut [protease](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Protease&action=edit&redlink=1). Kemudian dengan berbagai jenis metabolisme, mikroorganisme mulai memakan jaringan mati dan mencernanya. Tak jarang kerja proses ini dibantu reaksi kimia alami yang terjadi dalam organisme mati.

* + - 1. **Bakteri Heterotrof**

Tidak semua mikroorganisme mampu mendegradasi mayat. Kebanyakan mereka berasal dari jenis bakteri heterotrof. Bakteri ini membutuhkan molekul-molekul organik dari organisme lain sebagai nutrisi agar ia dapat bertahan hidup dan berkembang biak. Berbeda dengan bakteri autotrof yang mampu menghasilkan makanan sendiri dengan [CO2](http://id.wikipedia.org/wiki/Karbondioksida) sebagai nutrisi makro serta bantuan dari cahaya matahari atau sumber energi kimia lainnya.

Jenis bakteri heterotrof biasanya hidup dan berkembang biak pada organisme mati. Mereka mendapatkan energi dengan menguraikan senyawa organik pada organisme mati. Molekul-molekul besar seperti [protein](http://id.wikipedia.org/wiki/Protein), [karbohidrat](http://id.wikipedia.org/wiki/Karbohidrat), [lemak](http://id.wikipedia.org/wiki/Lemak), atau senyawa organik lain didekomposisi metabolisme tubuh bakteri tersebut menjadi molekul-molekul tunggal seperti [asam amino](http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_amino), [metana](http://id.wikipedia.org/wiki/Metana), gas CO2, serta molekul-molekul lain yang mengandung enam nutrisi utama bakteri, yaitu senyawa-senyawa [karbon](http://id.wikipedia.org/wiki/Karbon) (C), [hidrogen](http://id.wikipedia.org/wiki/Hidrogen) (H), [nitrogen](http://id.wikipedia.org/wiki/Nitrogen) (N), [oksigen](http://id.wikipedia.org/wiki/Oksigen) (O), [fosfor](http://id.wikipedia.org/wiki/Fosfor) (P), serta [sulfur](http://id.wikipedia.org/wiki/Sulfur) (S).

* + - 1. **Kumpulan unsur organik**

Tubuh mayat adalah tempat hidup, sumber makanan, serta tempat berkembang biak bakteri-bakteri tersebut, karena tubuh terdiri dari kumpulan protein, karbohidrat, lemak, atau senyawa organik dan anorganik lain. Secara biologis, tubuh makhluk hidup (khususnya manusia) kumpulan dari unsur-unsur organik seperti C, H, N, O, P, S, atau unsur anorganik seperti K, Mg, Ca, Fe, Co, Zn, Cu, Mn, atau Ni. Keseluruhan unsur tersebut dibutuhkan bakteri heterotrof sebagai sumber nutrisi alias makanan utama mereka. Sementara cairan-cairan dengan [pH](http://id.wikipedia.org/wiki/PH) (tingkat keasaman suatu larutan) tertentu yang berada dalam tubuh manusia adalah media kultur (lingkungan) pertumbuhan yang baik bagi bakteri-bakteri tersebut.

* + - 1. **Bau busuk**

Bau busuk dari tubuh mayat tidak hanya mengganggu, namun juga membahayakan. Pembusukan dimulai dengan pemutusan ikatan protein-protein besar pada jaringan tubuh oleh bakteri fermentasi menggunakan enzim protease. Kumpulan hasil pemutusan ikatan protein yang disebut asam amino ini dicerna berbagai jenis bakteri, misalnya bakteri acetogen. Bakteri ini mereaksikan asam amino dengan oksigen dalam tubuhnya untuk menghasilkan asam asetat, hidrogen, nitrogen, serta gas karbon dioksida. Produk asam asetat ini menimbulkan bau.

[Asam asetat](http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_asetat) yang dihasilkan ini diproses kembali oleh bakteri jenis methanogen, misalnya [*Methanothermobacter thermoautotrophicum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Methanothermobacter_thermoautotrophicum&action=edit&redlink=1) yang biasa hidup di lingkungan kotor seperti selokan dan pembuangan limbah ([septic tank](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Septic_tank&action=edit&redlink=1)). Asam asetat direaksikan dalam sel methanogen dengan gas hidrogen dan karbon dioksida untuk menghasilkan [metana](http://id.wikipedia.org/wiki/Metana), [air](http://id.wikipedia.org/wiki/Air), dan karbon dioksida. Metana dalam bentuk gas juga menghasilkan bau busuk.

Selain asam asetat dan gas metana, beberapa bakteri menghasilkan gas hidrogen sulfida yang baunya seperti telur busuk. Lebih dari itu, bau busuk mayat di lautan yang bercampur dengan uap garam bersifat racun, karena mampu mereduksi konsentrasi elektrolit dalam tubuh.

Produk berbahaya selain gas yang dihasilkan adalah cairan asam dan cairan lain yang mengandung protein toksik. Jika cairan-cairan ini sempat menginfeksi kulit yang luka atau terkena makanan, bukan hanya produk beracun yang dapat masuk ke dalam tubuh tetapi juga bakteri heterotrof patogen seperti clostridium.

Bakteri serta produk beracun ini dapat menginfeksi manusia lewat kontaminasi makanan, minuman, atau luka di kulit. Karena adanya saluran masuk ini, maka berbagai penyakit seperti [malaria](http://id.wikipedia.org/wiki/Malaria), [diare](http://id.wikipedia.org/wiki/Diare), degradasi [sel darah merah](http://id.wikipedia.org/wiki/Sel_darah_merah), lemahnya [sistem pertahanan tubuh](http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_pertahanan_tubuh), infeksi pada luka ([tetanus](http://id.wikipedia.org/wiki/Tetanus)), bengkak, atau infeksi pada [alat kelamin](http://id.wikipedia.org/wiki/Alat_kelamin) menjadi ancaman yang serius.

Cara mengatasi serangan mikroorganisme ini adalah dengan menjaga makanan dan minuman tetap steril, yaitu dengan dipanaskan. Mencuci tangan dan kaki dengan [sabun antiseptik](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Sabun_antiseptik&action=edit&redlink=1) cair sebelum makan. Menjaga lingkungan agar steril dengan cara menyemprotkan obat pensteril.

Bakteri-bakteri tersebut juga dapat dicegah pertumbuhannya dengan cara meminum obat antibiotik atau suntik imunitas. Sifat-sifat inilah yang harus dipahami dengan cara mengikuti prosedur standar penanganan mayat. Antara lain menggunakan masker standar minimal [WHO](http://id.wikipedia.org/wiki/WHO) (tipe N-95), memakai sarung tangan khusus, serta mencuci tangan sebelum dan sesudah mengangkat satu mayat. Langkah terbaik adalah segera menguburkan mayat.

**LEMBAR KERJA**

**BAKTERI**

1. Buatlah gambar struktur sel bakteri, berilah keterangan bagian-bagian selnya!
2. Sebutkan bentuk-bentuk sel bakteri, berilah contoh bakterinya!
3. Sebutkan beberapa ciri-ciri bakteri (minimal 5)!
4. Jelaskan apakah gunanya kapsul pada dinding sel bakteri!
5. Jelaskan fungsi mesosom!
6. Apakah endospora itu? Jelaskan!
7. Sebutkan 5 bakteri yang merugikan serta bagaimana cara penanggulangannya? Jelaskan!
8. Sebutkan dua cara pencegahan terhadap penyakit oleh bakteri!
9. Apakah perbedaan vaksin dan serum? Jelaskan!
10. Apa yang dimaksud bakteri gram positif dan bakteri gram negative?



Yogyakarta, ……………….

Praktikan,

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_