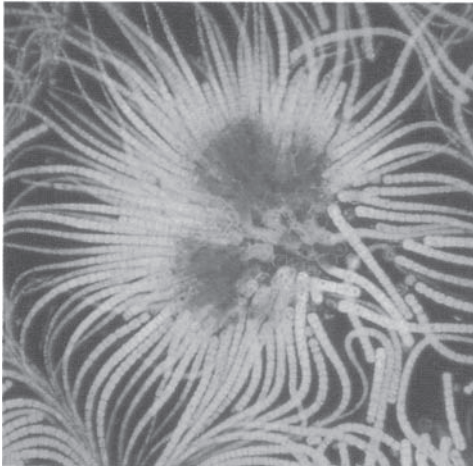


BAB 3

BAKTERI



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

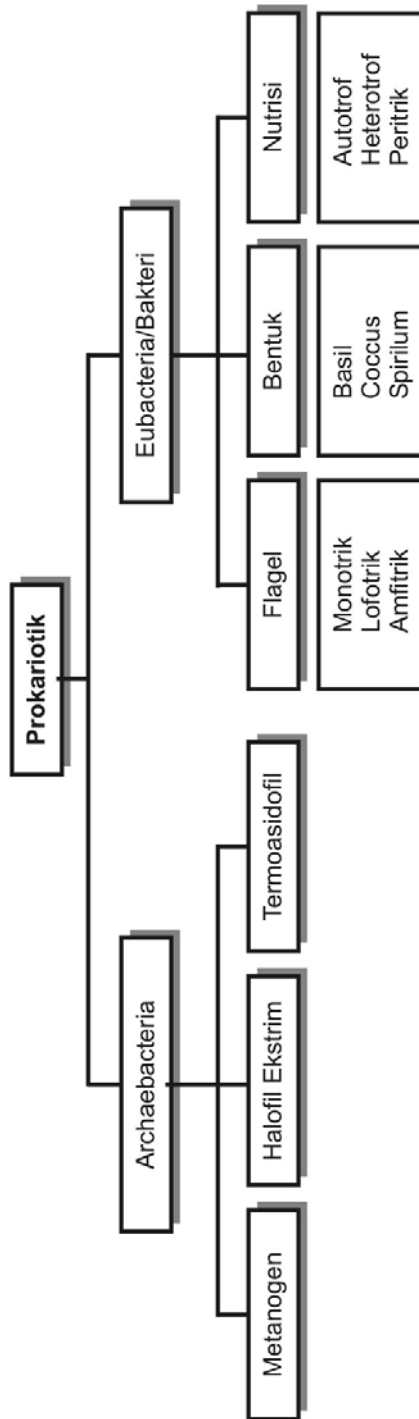
Bakteri merupakan organisme yang paling sederhana dan merupakan bentuk kehidupan yang paling banyak di bumi. Salah satu contoh bakteri adalah sianobakteri (gambar di samping). Organisasi ini dianggap sebagai makhluk hidup tertua yang ditemukan di bumi.

Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat mendeskripsikan ciri-ciri Archabacteria dan peranannya bagi kehidupan;
- dapat mendeskripsikan ciri-ciri Eubacteria dan peranannya bagi kehidupan.

Kata-kata kunci

- metanogen
- halofit ekstrim
- termo asidofil
- prokariotik
- reproduksi bakteri



Tahukah kalian, di manakah tempat yang paling banyak ditemukan bakteri? Bakteri ditemukan di mana-mana, yaitu di laut terdalam, dalam tanah, makanan, wajah, usus, bahkan di lembaran buku ini. Bakteri dapat menyebabkan beberapa penyakit yang membahayakan manusia. Namun, sebagian besar bakteri ada yang bermanfaat, dan hanya sedikit yang merugikan kita.

Bakteri merupakan organisme yang inti selnya bersifat prokariotik, artinya organisme tersebut belum memiliki membran inti (kariotika). Inti sel organisme ini hanya berupa satu molekul ADN. Kebanyakan anggota kelompok monera ini bersifat uniseluler dan mikroskopis.

DISKUSI (Merangsang keingintahuan)

1. Apa alasannya bakteri menyebabkan penyakit pada manusia?
2. Mengapa bakteri juga bermanfaat bagi kita?

A. Klasifikasi Prokariotik

Berdasarkan klasifikasi yang dibuat oleh Carl Woese yang mengacu pada analisis variasi RNA_r, organisme prokariotik ini secara fundamental dipisahkan menjadi dua kelompok yang berbeda, yaitu Archaeobacteria dan Eubacteria.

1. Archaeobacteria

Karakteristik yang dimiliki oleh Archaeobacteria antara lain:

- a. sel penyusun tubuhnya bertipe prokariotik;
- b. memiliki simpleRNA polimerase;
- c. dinding sel bukan dari peptidoglikan;
- d. tidak memiliki membran nukleus dan tidak memiliki organel sel;
- e. ARN_rnya berupa metionin;
- f. sensitive terhadap toksin dipteri.

Berdasarkan habitatnya Archaeobacteria dikelompokkan menjadi 3, yaitu kelompok methanogen, halofit ekstrim(suka garam) dan termo asidofil (suka panas dan asam).

a. Methanogen

Methanogen ini hidupnya bersifat anaerob atau tidak memerlukan oksigen dan heterotrof, dapat menghasilkan metan (CH₄), tempat hidupnya di lumpur, rawa-rawa, saluran pencernaan anai-anai (rayap), saluran pencernaan sapi, saluran pencernaan manusia dan lain-lain.

Contoh:

- *Lachnospira multiparus*, organisme ini mampu menyederhanakan pektin
- *Ruminococcus albus*, organisme ini mampu menghidrolisis selulosa

INFO (Kebenaran Konsep)

Archaeobacteria, merupakan organisme uniseluler, tak berklorofil prokariot, hidup pada lingkungan yang ekstrim.

- *Succumonas amyloctica*, memiliki kemampuan menguraikan amilum.
 - *Methanococcus janashii*, penghasil gas methane
- b. *Halofit ekstrim*
- Sebagian besar mikroorganisme ini bersifat aerob heterotrof meskipun ada yang bersifat anaerob dan fotosintetik dengan pigmen yang dimilikinya berupa bakteriorodopsin.
- Habitat pada lingkungan berkadar garam tinggi, seperti di danau Great Salt (danau garam), Laut Mati, atau di dalam makanan yang bergaram.

c. *Thermo asidofil*

Archaeobacteria merupakan organisme uniseluler, tak berklorofilprokariot, hidup pada lingkungan yang ekstrim

Thermoasidofil merupakan mikroorganisme kemoautotrof yang dapat memanfaatkan H_2S sebagai sumber energi. Hidup di lingkungan panas ($60 - 80$)° C dan pH 2 – 4, habitat di sumber air panas seperti Sulfolobus di taman nasional Yellow stone atau kawah gunung berapi di dasar laut.

2. Eubacteria

Eubakteria disebut juga bakteri sejati, sama dengan archaeobacteria yang bersifat prokariotik. Ciri-ciri yang dimiliki oleh bakteri ini antara lain:

- a. memiliki dinding sel yang mengandung peptidoglikan
- b. telah mempunyai organel sel berupa ribosom yang mengandung satu jenis ARN polymerase
- c. membran plasmanya mengandung lipid dan ikatan ester
- d. sel bakteri memiliki kemampuan untuk mensekresikan lendir ke permukaan dinding selnya, lendir ini jika terakumulasi akan dapat membentuk kapsul dan kapsul inilah sebagai pelindung untuk mempertahankan diri jika kondisi lingkungan tidak menguntungkan baginya. Bakteri yang berkapsul biasanya lebih patogen dari pada yang tidak memiliki kapsul
- e. Sitoplasma bakteri terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, ion organik, kromatofora, juga terdapat organel sel kecil-kecil yang disebut ribosom dan asam nukleat sebagai penyusun ADN dan ARN

Bakteri dibagi menjadi beberapa kelompok antara lain:





- a. Berdasarkan cara memperoleh makanan, yaitu autotrof dan juga yang heterotrof.

- b. Berdasarkan kebutuhan oksigennya dibedakan menjadi bakteri aerob dan anaerob.
- c. Berdasarkan alat geraknya ada yang memiliki alat gerak berupa flagel ada juga yang tidak berflagel.
- d. Pengelompokan berdasarkan bentuknya ada yang berbentuk batang, bola, dan spiral.

Penjelasan lebih lanjut pengelompokan bakteri berdasarkan alat gerak dan bentuknya dapat kalian perhatikan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

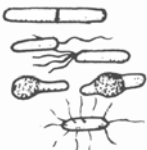
Tabel 3.1



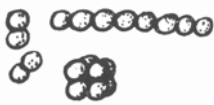




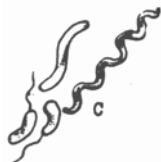
Pengelompokan bakteri berdasarkan alat geraknya

Tipe	Bentuk	Jumlah dan posisi flagel	Contoh nama bakteri
1. Monotrik		Satu flagel pada salah satu ujungnya	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
2. Lofotrik		Lebih dari satu flagel pada salah satu ujungnya	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
3. Amfitrik		Lebih dari satu flagel pada kedua ujungnya	<i>Aquaspirillum serpens</i>
4. Peritrik		Flagel terdapat pada seluruh tubuhnya	<i>Salmonella typhosa</i>

Tabel 3.2

Pengelompokan bakteri menurut bentuknya

Tipe	Bentuk Gambar	Pengertian	Contoh nama bakteri
1. Bacillus (Basil) Monobasil		Bentuk batang tunggal	<i>Lactobacillus</i> <i>Salmonella typhosa</i>

Tipe	Bentuk Gambar	Pengertian	Contoh nama bakteri
Diplobasil		Bentuk batang berkoloni dua-dua	—
Streptobasil		Berbentuk rantai batang-batang	<i>Azotobacter</i> <i>Bacillus anthracis</i> <i>Streptobacillus moniliformis</i>
2. Coccus (Kokus)		Bentuk bola tunggal	<i>Neisseria gonorrhoe</i>
Diplococcus		Berbentuk bola berkoloni dua-dua	<i>Diplococcus pneumonia</i>
Streptococcus		Berbentuk bola koloni membentuk rantai	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>S. lactis</i>
Sarcina		Berbentuk bola seperti kubus	<i>Sarcina sp</i>
Staphylococcus		Berbentuk seperti spiral	<i>Triponema pallidum</i>
3. Spirillum		Berbentuk seperti batang bengkok	<i>Vibrio comma</i>

Pengelompokan bakteri berdasarkan cara memperoleh makanan:

a. *Bakteri autotrof*

Bakteri jenis ini dapat menyusun makanan untuk kebutuhannya sendiri dengan cara mensintesis zat-zat anorganik menjadi zat organik. Jika energi untuk penyusunan tersebut bersumber dari cahaya matahari maka bakteri tersebut dikenal dengan sebutan fotoautotrof dan apabila energi untuk penyusunan zat organik berasal dari hasil reaksi kimia disebut kemoautotrof.

Contoh bakteri fotoautotrof:

- Bakteri hijau, bakteri ini memiliki pigmen hijau yang dinamakan bakterioviridin atau bakterioklorofil.
- Bakteri ungu, memiliki pigmen ungu, merah atau kuning disebut bakteriopurpurin

Contoh bakteri kemoautotrof:

- Bakteri nitrifikasi, yang terdiri *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrobacter*.
- *Nitrospira*, *Nitrosocystis*.

b. *Bakteri heterotrof*

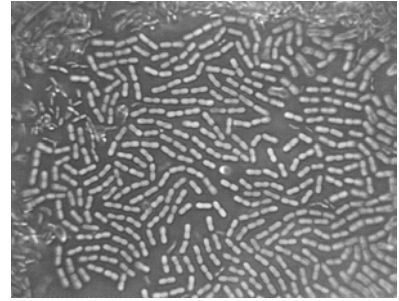
Bakteri tipe ini tidak dapat mengubah zat anorganik menjadi zat organik, sehingga untuk keperluan makannya bergantung pada zat organik yang ada di sekitarnya. Bakteri heterotrof dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

- Parasit, bakteri yang kebutuhan zat makanan tergantung pada organisme lain. Contoh: *Treponema* hidup pada manusia, *Borrelia* hidup pada hewan dan manusia.
- Saprofit, bakteri yang memperoleh makanan dari sisa-sisa zat organik. Bakteri jenis ini memiliki kemampuan untuk merombak zat organik menjadi zat anorganik. Contoh: Bakteri *Escherichia coli* yang hidup pada colon (usus besar) manusia. Dalam keadaan tertentu dapat mengubah asam semut menjadi CO_2 dan H_2O . *Thiobacillus denitrificans* dapat menguraikan senyawa nitrat menjadi nitrit.

B. Reproduksi Bakteri

Bakteri berkembangbiak dengan cara membelah diri secara biner. Pada kondisi yang menguntungkan bakteri membelah dengan sangat cepat, yaitu antara 15 – 20 menit. Sehingga dalam waktu satu hari jumlahnya menjadi jutaan.

Selain dengan pembelahan biner juga dapat berkembangbiak secara seksual yang berbeda dengan perkembangbiakan organisme eukariota. Ada yang menyebutnya paraseksual, yaitu bukan merupakan peleburan gamet jantan dan gamet betina, tetapi berupa pertukaran materi genetik yang disebut dengan rekombinasi genetik. ADN yang terbentuk hasil rekombinasi kedua gen tersebut dinamakan gen rekombinan. Rekombinasi genetik ini dibedakan menjadi tiga cara, yaitu: transformasi, transduksi, dan konjugasi.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 3.1 Pembelahan biner bakteri

1. Transformasi

Dengan ditemukannya transformasi pada bakteri dapat dibuktikan bahwa ADN merupakan bahan genetik. Selanjutnya penemuan ini menjadi kunci dalam biologi molekul dan genetika modern.

Pada proses transformasi fragmen ADN bebas bakteri dimasukkan ke dalam sel bakteri resepien (penerima), selanjutnya fragmen ADN ini bersatu dengan genom resepien. Hanya strain-strain kompeten (“Competent”) dari genera bakteri tertentu yang dapat ditransformasikan. Strain kompeten ialah suatu sel bakteri yang dapat mengambil suatu molekul ADN dan mentransformasikannya, misalnya: *Streptococcus pneumonia*, *Bacillus*, *Haemophilus*, *Neisseria* dan *Pseudomonas*.

Mekanisme transformasi sebagai berikut ADN donor ditarik oleh sel resepien, kemudian ADN donor terpisah menjadi dua, ADN resepien sebagian lepas meninggalkan tempatnya, selanjutnya ADN donor menggantikan tempat ADN resepien yang ditinggalkannya tersebut. Sehingga terbentuklah ADN rekombinan hasil hibrid antara ADN donor dengan ADN resepien. Selanjutnya ADN rekombinan melakukan replikasi untuk berkembang biak.

Proses transformasi ini diketahui pertama kali oleh Frederick Griffith.

2. Transduksi

Proses transduksi ini ditemukan oleh Norton Zinder dan Joshua Lederberg pada tahun 1952. Reproduksi bakteri cara ini tidak melalui kontak langsung dua bakteri, tetapi diperlukan adanya materi sebagai perantara yaitu virus yang hidup pada inang bakteri (*Bacteriophage*).

INFO (Kebenaran Konsep)

Eubakteria/Bakteri, bersifat kosmopolit, dinding sel dari peptidoglikan.

3. Konjugasi

Pada proses konjugasi diperlukan kontak langsung antara sel donor dengan sel resepien agar terjadi pemindahan bahan genetik. Pada proses konjugasi dapat dipindahkan bahan genetik yang lebih panjang. Kemampuan untuk bertindak sebagai donor atau resepien ditentukan oleh materi genetik disebut faktor kelamin (“faktor seks”) atau faktor F. Sel resepien dinyatakan dengan F. Proses konjugasi hanya dapat ditunjukkan pada bakteri Gram negatif, misalnya: *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginea*.

Pertumbuhan bakteri dipengaruhi beberapa faktor antara lain: suhu, kelembaban, cahaya matahari, zat kimia, ketersediaan cadangan makanan dan zat sisa metabolisme.

C. Peranan Bakteri Bagi Kehidupan

Selain merugikan manusia, hewan dan tumbuhan bakteri juga banyak yang menguntungkan bagi kehidupan.

Berbagai bakteri yang menguntungkan antara lain:

1. *Bacillus thuringensis*, sebagai agensia pengendali hayati bagi tanaman kobis, kapas, jagung, tembakau, dan pemberantasan nyamuk vektor penyakit malaria dan demam berdarah.
2. *Agrobacterium tumefaciens* untuk pembuatan tanaman transgenik, baik untuk tujuan resistensi terhadap hama dan penyakit, daya simpan produk, maupun untuk peningkatan nutrisi.
3. *Rhizobium leguminosarum*, hidup pada bintil-bintil akar tanaman Leguminosae dan mampu mengikat nitrogen bebas dari udara, sehingga dapat menyuburkan tanaman. Jenis lain yang mampu memfiksasi nitrogen adalah *Azotobacter*.
4. Bakteri *Nitrosococcus*, *Nitrosomonas*, dan *Nitrobacter* berperan dalam menyuburkan tanaman.
5. *Lactobacillus bulgaricus* untuk membuat *youghurt*.
6. *Acetobacter xylinum* untuk membuat nata de coco dari air kelapa.
7. *Bacillus brevis* untuk menghasilkan antibiotik tirotrisin, *Bacillus polymyxa* menghasilkan polimiksin, *Bacillus subtilis*, menghasilkan *basitrasin*.
8. *Methanobacterium* berperan dalam pembuatan bio gas sebagai bahan bakar.

Bakteri yang merugikan antara lain seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.3

No.	Nama Bakteri	Penyakit yang ditimbulkan
1.	<i>Treponemia pallidum</i>	Sifilis
2.	<i>Diplococcus pneumonia</i>	Radang paru-paru/Pneumonia
3.	<i>Vibrio cholerae</i>	Kolera
4.	<i>Pasteurela pestis</i>	Sampar/pes
5.	<i>Neisseria gonorrhoe</i>	Kencing nanah/raja singa
6.	<i>Salmonella typhosa</i>	Tipes
7.	<i>Shigella dysenteriae</i>	Disentri
8.	<i>Bacillus anthrax</i>	Antrak pada domba, sapi, kerbau
9.	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	TBC
10.	<i>Clostridium tetani</i>	Tetanus
11.	<i>Xanthomonas citri</i>	Kanker batang pada jeruk

KEGIATAN

(Kecakapan Akademik)

Tujuan : Mengamati bentuk-bentuk bakteri *Rhizobium*

Alat dan bahan : Bintil-bintil akar tanaman kacang-kacangan, mikroskop dengan perangkatnya, pinset, silet/pisau.

Cara kerja :

Cuci bersih bintil-bintil akar berbagai tanaman, kemudian potonglah dengan silet, oleskan potongan bintil tersebut pada kaca objek, tetesi sedikit air dan tutup dengan gelas. Amati di bawah mikroskop lalu gambarlah hasil pengamatanmu.

Pertanyaan:

1. Apakah bentuk bakteri yang kamu lihat dari berbagai bintil akar kacang-kacangan tersebut sama? Mengapa?
2. Buatlah kesimpulan dari hasil pengamatanmu terhadap bakteri tersebut!
3. Apakah manfaat bakteri yang kamu amati tersebut terhadap inangnya? Jelaskan!

TUGAS

(Semangat Berwirausaha)

Tujuan : Membuat nata de coco

Alat dan bahan : Air kelapa 1 lt (1000 cc), asam cuka, gula pasir, asam benzoate, air, starter *Acetobacter xylinum*, saringan, dan kompor

Cara kerja :

1. Air kelapa disaring hingga bersih dari kotoran.
2. Panaskan dengan ditambah gula 675 gr.
3. Tuangkan pada nampan hingga dingin dan ditambah asam cuka hingga pH 4,5.
4. Inokulasi starter *Acetobacter xylinum*.
5. Tutup dengan koran yang steril (koran disterika dulu).
6. Peram dalam tempat yang aman selama 2 minggu. Dalam waktu 2 minggu terbentuklah lapisan nata de coco.

Mintalah teman kalian untuk mencicipi nata de coco karya kalian. Bagaimana komentarnya?

Jika akan dikonsumsi cucilah lembaran nata de coco tersebut, hilangkan asamnya dengan cara merendam selama 2-3 hari. Tahukah kalian, karena rasanya yang khas itu nata de coco mempunyai nilai ekonomi?

TUGAS

(Semangat Berkreativitas)

Lakukan percobaan seperti cara membuat nata de coco, tetapi bahan air kelapa digantikan dengan bahan lain (limbah beras/leri). Kemudian buatlah laporan dalam bentuk tulisan!

KECAKAPAN AKADEMIK

Jodohkan lajur kanan dengan lajur kiri hingga membentuk pasangan yang sesuai!

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Penyederhana selulosa | A. Peptidoglikan |
| 2. Halofil ekstrim | B. <i>Lachnospira multiparus</i> |
| 3. Eubacteria | C. <i>Diplococcus pneumonia</i> |
| 4. Archaeobacteria | D. Sensitif toxin dipteri |
| 5. Koloni dua-dua | E. Peritrik |
| 6. <i>Triponema pallidum</i> | F. Amfitrik |
| 7. Pemindahan satu gen pada sel inang | G. Transformasi |
| 8. Pengikat nitrogen bebas | H. Transduksi |
| 9. <i>Acetobacter</i> | I. <i>Rhizobium</i> |
| 10. Pemindahan lebih dari satu gen | J. Danau Garam |
| | K. Nata de coco |
| | L. Sifilis |

RANGKUMAN

Bakteri merupakan mikroorganisme uniseluler, inti sel tersusun atas DNA, prokariotik. Organisme prokariotik ini secara fundamental dibedakan menjadi dua yaitu Archaeobacteria dan Eubacteria (bakteri) berdasarkan struktur RNA-nya. Archaeobacteria meliputi metagenik, halofit ekstrim dan asidofilik.

Bentuk-bentuk bakteri ada tiga macam yaitu coccus, basil dan spirillum. Cara memperoleh makanan ada yang autotrof (yang memiliki klorofil) dan ada

yang heterotrop parasit maupun heterotrof saprofit. Selain itu juga ada yang aerob ada pula yang anaerob.

Reproduksi bakteri secara vegetatif dengan pembelahan biner dan pertukaran materi genetika (para seksual) melalui transformasi, transduksi, serta konjugasi.

Bakteri ada yang merugikan karena menyebabkan penyakit, misal *Bacillus anthrax*, dan *Salmonella typosa*. Bakteri yang menguntungkan bagi kehidupan, misalnya untuk pembuatan nata de coco, antibiotik, yoghurt, asam cuka, alkohol.

UMPAN BALIK


Setelah mempelajari buatlah sebuah tabel yang menunjukkan perbedaan antara Eubacteria dan Archaeobacteria.

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Tubuh bakteri disusun oleh sel yang bersifat prokariotik, artinya
 - a. selnya amat kecil dan transparan
 - b. selnya tidak memiliki sitoplasma
 - c. tidak memiliki selaput yang membungkus intinya
 - d. penyebab suatu penyakit
 - e. tidak memiliki selaput yang membatasi sel
2. Gambar di bawah ini yang menunjukkan bakteri sarcina adalah
 - a. OOOOO
 - b. OO OO
 - c. OO
OO
 - d. -----
 - e. -- -- --
3. Archaeobacteria dan Eubacteria dibedakan berdasarkan
 - a. analisis molekuler
 - b. alat gerak
 - c. cara memperoleh makanan
 - d. membran sel
 - e. kebutuhan oksigen
4. Morfologi bakteri berbentuk bola berkoloni disebut
 - a. diplococcus
 - b. streptococcus
 - c. streptobacillus
 - d. stafilococcus
 - e. sarsina

5.  Bakteri yang memiliki bentuk seperti gambar berikut disebut

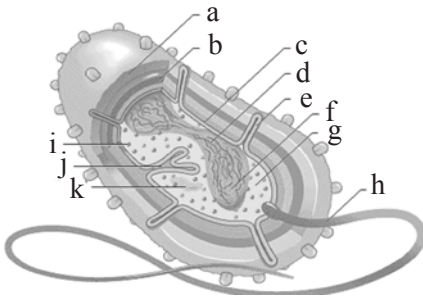
a. atrik
b. amfitrik
c. peritrik
d. lofotrik
e. monotrik

6. Pada bintil akar tanaman Leguminosae terdapat simbiosis berupa bakteri
a. *Nitrosococcus*
b. *Nitrosomonas*
c. *Nitrobacter*
d. *Rhizobium*
e. *Methanobacterium*
7. Bakteri yang mampu mengubah senyawa nitrit menjadi nitrat adalah
a. *Methanogenik*
b. *Nitrosococcus*
c. *Nitrosomonas*
d. *Nitrobacter*
e. *Azotobacter*
8. Besi dapat berkarat, hal ini disebabkan oleh aktivitas bakteri kelompok
a. termoasidofil
b. halofil ekstrim
c. metanogen
d. kemosintetik
e. sulfur
9. Archaeobacteria yang terdapat didalam saluran pencernaan mamalia (sapi, kambing) yang dapat mencerna selulosa adalah
a. *Pseudomonas aeruginosa*
b. *Lachnospira multiparus*
c. *Succimonas amilotica*
d. *Remunococcus albus*
e. *Methanobacterim*
10. Bakteri yang menguntungkan bagi kita yang dinamakan *Acetobacter xylinum* berperan dalam pembuatan
a. nata de coco
b. antibiotik
c. yoghurt
d. asam cuka
e. alkohol

11. Reaksi tubuh kita jika terinfeksi oleh bakteri adalah
a. sistem pertahanan tubuh akan membentuk hormon
b. sistem pertahanan tubuh akan membentuk enzim
c. sistem pertahanan tubuh akan membentuk kapsul
d. sistem pertahanan tubuh akan membentuk antigen
e. sistem pertahanan tubuh akan membentuk antibody
12. Cyanobacteria memiliki kesamaan dengan bakteri, yaitu
a. uniseluler
b. prokariotik
c. eukariotik
d. metaseluler
e. berflagela
13. Energi yang diperlukan oleh bakteri dihasilkan oleh organel
a. lamella fotosintetik
b. dinding sel
c. ribosom
d. mitokondria
e. mesosom
14. Gen bakteri yang lazim ditransplantasikan pada tanaman melalui rekayasa genetika agar tanaman dapat terbebas dari serangan hama dan penyakit adalah
a. bakteri *Rhizobium*
b. bakteri *Nitrosomonas*
c. bakteri sulfur
d. bakteri *Nitrosococcus*
e. bakteri *Thuringensis*
15. *Lactobacillus bugaricus*, adalah jenis bakteri yang dimanfaatkan untuk
a. memproduksi gasbio (metana)
b. menyuburkan tanaman karena mengikat nitrogen bebas
c. menetralkan limbah minyak
d. membuat minuman yoghurt
e. memproduksi pupuk organik

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Sebutkan bagian-bagian bakteri di bawah ini!



2. Jelaskan perkembangbiakan bakteri dengan cara transformasi!
3. Apakah perbedaan antara organisme prokariotik dan eukariotik?
4. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri!
5. Jelaskan cara bakteri memperoleh makanan!