



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



BAKTERI
BIOLOGI KELAS X

PENYUSUN
Dini Kesumah, S.Pd.,M.Kes
SMAN 1 Rantau Alai

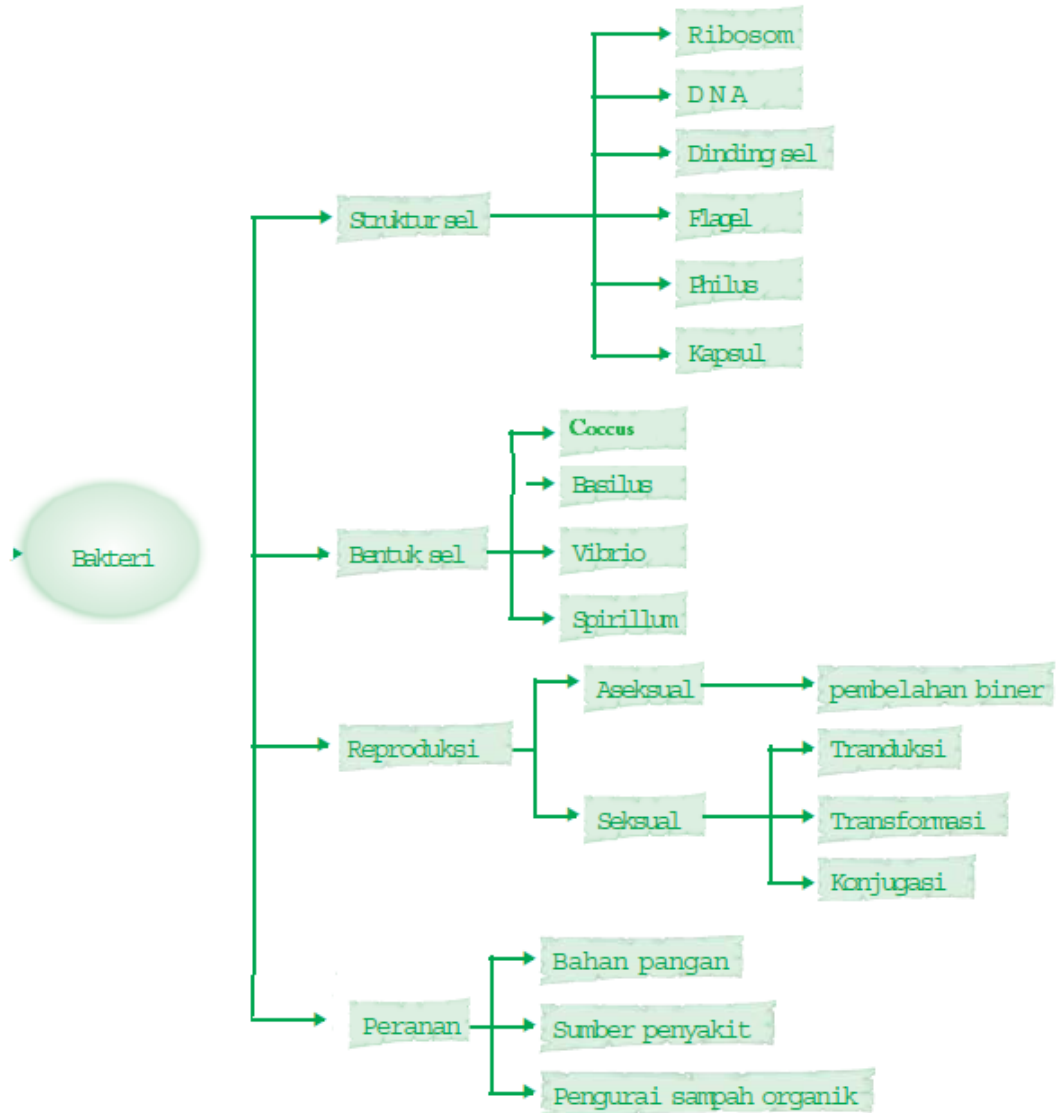
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
Struktur, Cara Hidup dan Reproduksi Bakteri	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman	15
D. Penugasan Mandiri	15
E. Latihan Soal	16
F. Penilaian Diri	19
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	20
Peranan Bakteri Dalam Kehidupan.....	20
A. Tujuan Pembelajaran	20
B. Uraian Materi.....	20
C. Rangkuman	22
D. Penugasan Mandiri	22
E. Latihan Soal	22
F. Penilaian Diri	25
EVALUASI	26
DAFTAR PUSTAKA	30

GLOSARIUM

Aerobik	: Memerlukan oksigen untuk metabolisme.
Anaerobik	: Tidak memerlukan oksigen untuk metabolisme.
Autotrof	: Dapat mensintesis makanan sendiri dengan mengubah zat anorganik menjadi zat organik.
Heterotrof	: Tidak dapat mensintesis makanan sendiri dengan mengubah zat anorganik menjadi zat organik.
Koloni	: Berkelompok.
Patogen	: Dapat menyebabkan penyakit.
Peptidoglikan	: senyawa penyusun pada dinding sel bakteri. Peptidoglikan terdiri dari senyawa gula (karbohidrat) dan protein.
Plasmid	: DNA ekstrakromosomal yang berbentuk sirkuler pada bakteri yang dapat bereplikasi secara autonom.
Prokariotik	: Organisme yang tidak memiliki membran inti sel
Uniseluler	: Makhluk hidup yang tersusun atas satu sel
vegetatif	: Perkembang biakan tanpa melalui peleburan sel kelamin

PETA KONSEP



Gambar 1. Peta Konsep Bakteri

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 4 x 45 Menit
Judul Modul	: Bakteri

B. Kompetensi Dasar

- 3.5 Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peran bakteri dalam kehidupan
- 4.5 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan

C. Deskripsi Singkat Materi

Bakteri (dari kata latin *bacterium*, jamak: *bacteria*) adalah kelompok organisme uniseluler yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopis). Struktur sel bakteri relatif sederhana karena tidak memiliki organel-organel yang bermembran. Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai agen penyebab infeksi dan penyakit. Namun demikian bakteri juga mempunyai peran penting yang bermanfaat dalam kehidupan manusia.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi maka ikuti petunjuk langkah-langkah yang harus anda lakukan selama mempelajari modul ini :

1. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar
2. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, kalian dapat mendiskusikannya dengan ,apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
3. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang kalian dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.
4. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, kalian dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.
5. Rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar
6. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar kalian.
7. Periksa hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal kalian dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan kalian belum benar, maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.
8. Untuk keberhasilan belajar kalian, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Struktur, cara hidup, dan reproduksi bakteri

Kedua : Peran bakteri dalam kehidupan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Struktur, Cara Hidup dan Reproduksi Bakteri

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan dapat:

1. Mengidentifikasi ciri-ciri dan struktur bakteri
2. Memahami Klasifikasi Bakteri
3. Mengidentifikasi cara hidup bakteri
4. Menjelaskan cara reproduksi bakteri

B. Uraian Materi

Peserta didik yang cerdas, tentu sudah pernah mendengar istilah bakteri, kan? Tanpa kamu sadari, bakteri ini ada di mana-mana, lho. Penasaran nggak sih, bagaimana ciri-ciri bakteri dan bagaimana pula caranya berkembang biak? Kok bisa ada banyak begitu, ya? Yuk, kita bahas bersama-sama!

1. Ciri-ciri Bakteri

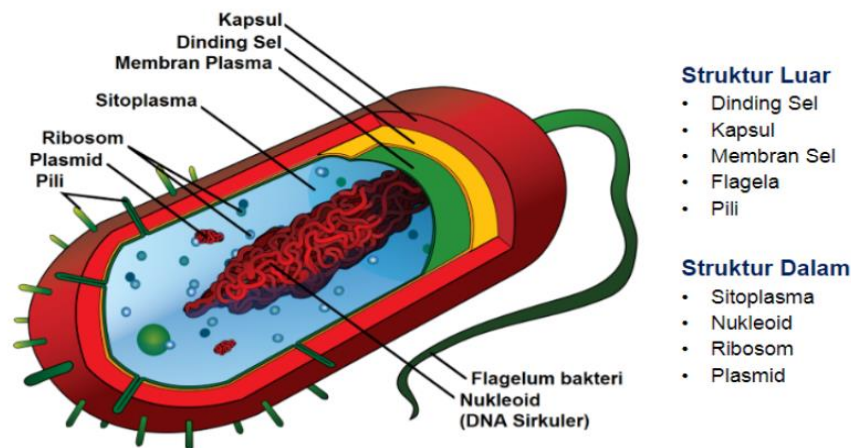
Secara umum, bakteri memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Merupakan organisme mikroskopik dengan diameter 0,5 – 1 mikron dan panjangnya 1 – 20 mikron
- b. Uniseluler dan hidup umumnya berkoloni
- c. Memiliki dinding sel yang tersusun dari mukopolisakarida dan peptidoglikan.
- d. Pada bakteri-bakteri tertentu, terutama bakteri yang bersifat patogen, bagian terluar dari tubuhnya dilindungi oleh kapsul. Kapsul ini terbentuk dari lendir yang disekresikan sendiri oleh bakteri.
- e. Memiliki inti sel tanpa membran inti atau bersifat prokariotik.
- f. Di dalam sitoplasma tidak terdapat organel seperti mitokondria, retikulum endoplasma, badan Golgi, atau vakuola. Akan tetapi, memiliki ribosom sebagai tempat sintesis protein.
- g. Memiliki DNA berbentuk sirkuler yang disebut **plasmid**.
- h. Pada kondisi yang tidak menguntungkan, bakteri dapat membentuk endospora yang berfungsi melindungi bakteri dari panas dan gangguan alam.
- i. Ada yang memiliki flagela sebagai alat gerak dan ada juga yang tidak memiliki flagela.
- j. Umumnya berkembang biak secara vegetatif.
- k. Umumnya tidak berklorofil
- l. Sifat hidup ada yang bersifat autotrof dan heterotrof.

2. Struktur Sel Bakteri

Struktur tubuh bakteri terdiri atas bagian-bagian seperti kapsul atau lapisan lendir, dinding sel, membran sel, mesosom, sitoplasma, DNA, plasmid, ribosom, granula cadangan makanan, vakuola gas, klorosom, flagela, dan pilus.

Untuk lebih jelas struktur sel bakteri dapat kalian lihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Struktur sel bakteri
Sumber : <https://www.kelaspintar.id>

Berdasarkan gambar, penjelasan struktur sel bakteri sebagai berikut.

a. Kapsul atau lapisan lendir

Kapsul atau lapisan lendir merupakan lapisan terluar dari tubuh bakteri yang berfungsi sebagai pelindung, menjaga sel dari kekeringan, atau membantu pelekatan sel bakteri pada sel lain (substrat). Kapsul atau lapisan lendir disekresikan oleh bakteri.

- 1) Kapsul, jika berupa lapisan pelindung yang tebal. Biasanya kapsul dimiliki oleh bakteri-bakteri patogen. Kapsul tersusun dari bahan glikoprotein. Bagi bakteri patogen, kapsul berfungsi melindungi bakteri dari sistem antibodi yang dikeluarkan oleh sel tubuh inang.
- 2) Lapisan lendir, jika berupa lapisan pelindung yang tipis. Biasanya lapisan lendir dimiliki oleh bakteri-bakteri saprofit. Lapisan lendir tersusun dari bahan air dan polisakarida.

b. Dinding sel

Dinding sel merupakan pelindung bakteri yang tersusun dari bahan peptidoglikan, yaitu gabungan antara protein dan polisakarida. Fungsi peptidoglikan adalah untuk mempertahankan bentuk sel bakteri, melindungi sel, dan menjaga sel agar tidak mudah pecah jika berada di lingkungan yang hipotonis. Namun, sel bakteri dapat pecah jika berada di lingkungan yang hipertonis (mengalami plasmolisis). Ketebalan lapisan peptidoglikan berpengaruh pada pewarnaan Gram. Bakteri Gram positif, misalnya *Propionibacterium* memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal, sedangkan bakteri Gram negatif, misalnya *Azotobacter* memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis.

c. Membran plasma

Membran plasma merupakan lapisan pelindung yang tersusun dari bahan protein dan fosfolipid. Membran sel bersifat selektif permeabel, yaitu hanya dapat dilewati oleh zat-zat tertentu. Fungsi membran sel adalah membungkus sitoplasma, tempat pembentukan mesosom, dan mengatur pertukaran zat di dalam dan di luar sel.

d. Mesosom

Mesosom merupakan organel yang berasal dari penonjolan membran sel ke arah sitoplasma. Fungsi mesosom adalah menghasilkan energi, membentuk dinding sel baru saat pembelahan sel, dan menerima DNA saat konjugasi.

e. Sitoplasma

Sitoplasma merupakan cairan koloid yang mengandung molekul-molekul organik, garam-garam mineral, DNA, klorosom, dan ribosom. Fungsi sitoplasma adalah sebagai tempat berlangsungnya reaksi-reaksi metabolisme sel.

f. DNA

DNA merupakan materi genetik di dalam sel bakteri. Terdapat dua macam DNA pada bakteri, yaitu DNA kromosom dan DNA nonkromosom (plasmid).

- 1) DNA kromosom berfungsi menentukan sebagian sifat-sifat metabolisme bakteri. Pada bakteri, DNA kromosom berupa rantai ganda melingkar yang terkumpul seperti serat kusut atau disebut **region nukleoid**.
- 2) Plasmid merupakan DNA nonkromosom yang berbentuk sirkuler dan berukuran lebih kecil dibandingkan dengan DNA kromosom. Plasmid dapat bereplikasi tanpa kontrol DNA kromosom dan dapat dengan mudah ditransfer ke sel bakteri lainnya saat terjadi konjugasi. Fungsi plasmid adalah menentukan sifat-sifat tertentu, seperti sifat patogen, sifat fertilitas, atau sifat kekebalan terhadap antibiotik.

g. Pili

Pili (jamak: Pillus) atau fimbriae merupakan rambut-rambut yang berdiameter lebih kecil, lebih kaku, dan lebih pendek daripada flagela. Pilus atau fimbriae terletak di sekitar dinding sel. Fungsi pilus atau fimbriae adalah sebagai berikut.

- 1) Membantu bakteri menempel pada media tempat hidupnya.
- 2) Melekatkan diri dengan sel bakteri lainnya sehingga terjadi transfer DNA saat proses konjugasi. Pilus untuk konjugasi disebut pilus seks.

h. Flagela

Flagela merupakan alat gerak pada bakteri yang tersusun dari senyawa protein dan terdapat di dinding sel.

3. Pengelompokan Bakteri

Bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa faktor, antara lain berdasarkan perbandingan *signature sequence*, bentuk sel, karakteristik dinding sel, dan ada tidaknya flagela.

a. Berdasarkan perbandingan *signature sequence* (urutan basa khas).

Berdasarkan perbandingan *signature sequence* (urutan basa khas) pada RNA ribosom, bakteri dibagi menjadi 5 kelompok utama, yaitu *Proteobacteria*, bakteri Gram positif, *Spirochaeta*, *Cyanobacteria*, dan *Chlamydia*.

b. Berdasarkan karakteristik dinding sel

Berdasarkan karakteristik dinding selnya, bakteri dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

1) Bakteri Gram positif

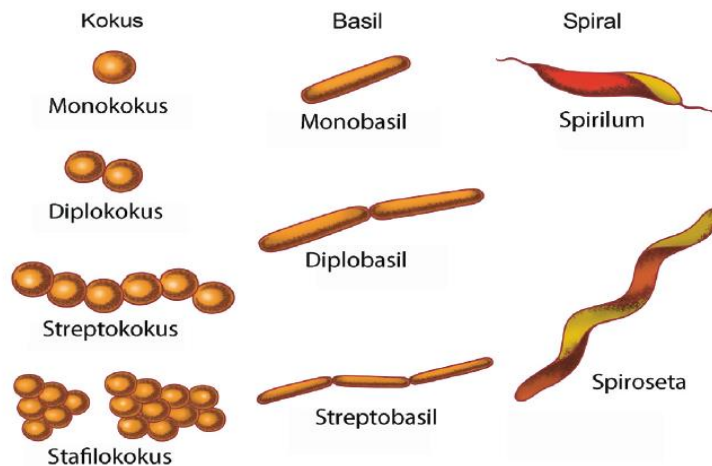
Bakteri Gram positif adalah bakteri yang dinding selnya mengandung lapisan peptidoglikan yang tebal sehingga menyerap warna violet dengan pewarnaan Gram. Contohnya *Actinomyces*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Clostridium*, *Eubacterium*, dan *Staphylococcus*

2) Bakteri Gram negatif

Bakteri Gram negatif adalah bakteri yang dinding selnya mengandung lapisan peptidoglikan yang tipis sehingga menyerap warna merah dengan pewarnaan Gram. Contohnya *Rhizobium leguminosarum*, *Salmonella typhi*, *Helicobacter pylori*, *Neisseria gonorrhoeae*, dan *Haemophilus influenzae*. Lapisan peptidoglikan yang tipis tersebut terletak di ruang periplasmik antara membran plasma dan membran luar. Bakteri Gram negatif yang bersifat patogen lebih berbahaya dibandingkan dengan bakteri Gram positif. Hal ini disebabkan bakteri Gram negatif memiliki membran luar pada dinding selnya yang tersusun dari lipopolisakarida. Membran tersebut dapat melindungi bakteri dari sistem pertahanan inang dan dapat menghalangi masuknya obat-obatan antibiotik. Selain itu, membran luar dapat bersifat toksik bagi sel inang

c. Berdasarkan bentuk sel

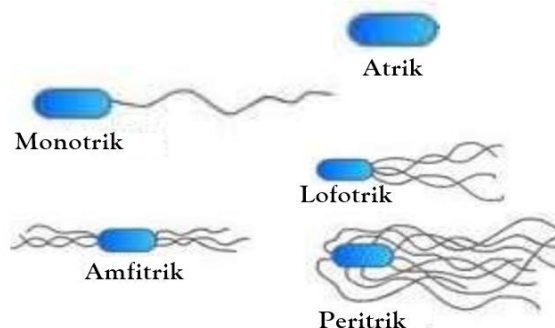
Sel bakteri memiliki beberapa macam bentuk, seperti bulat (kokus), batang (basil), bulat-batang (kokobasil), dan spiral (spirillum).



Gambar 3. Pengelompokan bakteri berdasarkan bentuk.
 Sumber : <http://www.ebiologi.net>.

d. Berdasarkan ada tidaknya flagela

Berikut ini gambar beberapa bakteri berdasarkan alat geraknya.



Gambar 4. Pengelompokan bakteri berdasarkan alat geraknya.
 Sumber: <https://www.belajaripa.net/klasifikasi-eubacteria/>

Berdasarkan ada tidaknya flagela, bakteri dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- 1) Bakteri atrik adalah bakteri yang tidak memiliki flagela. Contohnya, *Escherichia coli*.
- 2) Bakteri monotrik adalah bakteri yang memiliki satu flagela pada salah satu ujung selnya. Contohnya, *Pseudomonas aeruginosa*.
- 3) Bakteri lofotrik adalah bakteri yang memiliki banyak flagela pada salah satu ujung selnya. Contohnya, *Pseudomonas fluorescens*.
- 4) Bakteri amfitrik adalah bakteri yang memiliki banyak flagela pada kedua ujung selnya. Contohnya, *Aquaspirillum serpens*.
- 5) Bakteri peritrik adalah bakteri yang memiliki banyak flagela yang tersebar di seluruh permukaan dinding selnya. Contohnya, *Salmonella typhi*.

4. Cara Hidup Bakteri

Bakteri dapat hidup di berbagai habitat sesuai dengan cara hidupnya. Ada yang hidup bebas, ada pula yang hidup sebagai parasit pada manusia dan hewan. Bakteri yang hidup bebas ada yang dapat menyusun makanannya sendiri (*autotrof*) dan ada juga yang tidak.

Bakteri dapat hidup di berbagai habitat sesuai dengan cara hidupnya. Ada yang hidup bebas, ada pula yang hidup sebagai parasit pada manusia dan hewan. Bakteri yang hidup bebas ada yang dapat menyusun makanannya sendiri (*autotrof*) dan ada juga yang tidak. Bakteri aerob dan bakteri anaerob dapat menyusun makanannya sendiri (*heterotrof*). Umumnya, bakteri dapat tumbuh subur di lingkungan yang cenderung basah dan lembap, dengan suhu 25 – 37°C. Akan tetapi, ada juga bakteri yang dapat hidup pada kondisi lingkungan ekstrem seperti asam, basa, panas, dingin, asin, manis, ada oksigen, atau tanpa oksigen. Berdasarkan kebutuhan terhadap oksigen, bakteri dapat dikelompokkan menjadi bakteri aerob, bakteri anaerob fakultatif, dan bakteri anaerob obligat.

a. Bakteri aerob

Bakteri aerob adalah bakteri yang memerlukan oksigen untuk kelangsungan hidupnya. Jika tidak terdapat oksigen, bakteri akan mati. Oksigen diperlukan untuk mengoksidasi glukosa atau zat organik lainnya seperti etanol menjadi CO₂ dan energi. Energi yang diperoleh akan digunakan untuk melakukan aktivitas hidup seperti berkembang biak. Contoh bakteri aerob adalah bakteri nitrifikasi, yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, dan *Nitrobacter*, serta bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*, *Acetobacter*, dan *Hydrogenomonas*.

1) Bakteri anaerob fakultatif

Bakteri anaerob fakultatif adalah bakteri yang dapat hidup, baik dengan oksigen atau tanpa oksigen. Contoh bakteri anaerob fakultatif adalah *Escherichia coli*, *Lactobacillus*, dan *Aerobacter aerogenes*.

2) Bakteri anaerob obligat

Bakteri anaerob obligat adalah bakteri yang tidak membutuhkan oksigen dalam hidupnya. Jika ada oksigen, bakteri akan mati. Contoh bakteri anaerob obligat adalah *Clostridium tetani* (penyebab penyakit tetanus), *Methanobacterium* (penghasil gas metana), dan *Bacteroides fragilis* (penyebab abses atau tumpukan nanah di usus).

3) Bakteri Autotrof

Bakteri autotrof adalah bakteri yang dapat membuat makanannya sendiri dari senyawa anorganik. Untuk membuat makanannya, bakteri membutuhkan sejumlah energi.

Berdasarkan sumber energi yang digunakan, bakteri autotrof dibedakan menjadi bakteri fotoautotrof dan bakteri kemoautotrof.

- a) **Bakteri fotoautotrof** adalah bakteri yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energinya bakteri ini memiliki pigmen-pigmen fotosintetik seperti pigmen hijau (bakterioklorofil atau bakteriviridin), pigmen kuning (karoten), pigmen ungu (bakteriopurpurin), dan pigmen merah (bakteriorhodopsin). Contohnya, bakteri *Rhodospseudomonas* dan *Rhodospirillum* yang berwarna kemerahan dan tidak menghasilkan belerang, serta bakteri *Thiocystis* dan *Thiospirillum* yang berwarna ungu kemerahan dan menghasilkan belerang.
- b) **Bakteri kemoautotrof** adalah bakteri yang menggunakan energi kimia sebagai sumber energinya. Energi kimia ini berasal dari reaksi oksidasi senyawa anorganik, seperti amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), belerang (S), atau FeCO_3 . Contoh bakteri kemoautotrof adalah *Thiobacillus ferrooxidans* yang mengoksidasi besi, *Nitrobacter* yang mengoksidasi nitrit, atau *Methanomonas* yang mengoksidasi metana.

4) Bakteri heterotrof

Bakteri heterotrof adalah bakteri yang tidak dapat membuat makanannya sendiri, melainkan mendapatkan zat organik dari organisme lain. Bakteri heterotrof dapat hidup sebagai saprofit (pengurai), parasit, atau membentuk simbiosis mutualisme dengan organisme lain.

- a) **Bakteri saprofit (pengurai)** adalah bakteri yang mendapatkan makanannya dengan cara menguraikan organisme yang telah mati atau bahan organik lainnya. Kelompok bakteri ini berperan sebagai dekomposer (pengurai) di alam. Bakteri saprofit dapat menguraikan bangkai, tumbuhan yang mati, atau sampah. Bakteri saprofit ada yang menguntungkan dan ada pula yang merugikan. Contoh bakteri saprofit yang menguntungkan adalah *Escherichia coli* yang menguraikan sisa-sisa makanan di dalam usus besar manusia. Contoh bakteri saprofit yang menguntungkan lainnya adalah *Lactobacillus casei* yang digunakan untuk membuat keju. Sementara itu, contoh bakteri saprofit yang merugikan adalah *Clostridium botulinum* yang dapat membusukkan makanan dalam kaleng dan menghasilkan racun.
- b) **Bakteri parasit** adalah bakteri yang mendapatkan makanannya dari organisme lain yang ditumpanginya. Bakteri parasit umumnya adalah **bakteri patogen**, yaitu bakteri yang dapat menyebabkan sakit bagi tubuh inang. Contoh bakteri parasit adalah *Corynebacterium diphtheriae* (penyebab penyakit difteri), *Bordella pertusis* (penyebab batuk rejan), atau *Mycobacterium leprae* (penyebab penyakit lepra). Beberapa bakteri patogen memiliki sifat **oportunis**, yaitu dapat hidup pada tubuh inang, tetapi akan menyebabkan sakit pada inang jika sistem kekebalan tubuhnya turun.

Bakteri yang membentuk simbiosis mutualisme dengan organisme lain mendapatkan makanan dari organisme pasangannya. Di sisi lain, organisme pasangannya juga memperoleh keuntungan dari bakteri tersebut. Contohnya, *Rhizobium leguminosarum* yang bersimbiosis dengan akar kacang-kacangan membentuk bintil akar. Bakteri *Rhizobium* mendapatkan makanan dari sel-sel akar dan akar akan mendapat nitrogen bebas dari bakteri tersebut. *Escherichia coli* juga membentuk simbiosis mutualisme dengan usus besar manusia. *Escherichia coli* mendapatkan makanan dari sisa-sisa pencernaan dan manusia akan mendapat vitamin K yang diperlukan oleh tubuh

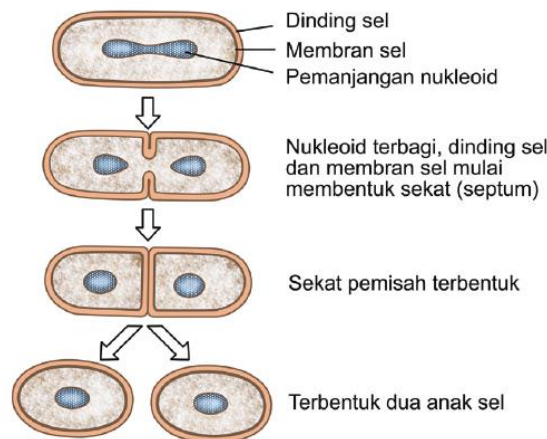
5. Reproduksi Bakteri

Tahukah kamu, pada umumnya, bakteri melakukan reproduksi secara aseksual,. Wah, aseksual itu berarti tidak kawin, ya? Betul banget! Bakteri membelah diri dengan proses pembelahan biner, yaitu setiap sel membelah dirinya menjadi dua. Tapi, mungkin nggak sih bakteri ini melakukan reproduksi secara seksual? Mungkin aja, lho! Caranya adalah dengan melakukan pertukaran materi genetik dengan bakteri lainnya.

Bakteri dapat melakukan reproduksi dengan dua cara, yaitu reproduksi aseksual dan reproduksi seksual.

a. Reproduksi aseksual

Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara **pembelahan biner**, yaitu pembelahan dari satu sel menjadi dua sel. Pembelahan biner merupakan pembelahan amitosis, karena terjadi secara langsung dan tidak melalui tahapan-tahapan pembelahan sel. Berikut ini adalah gambar pembelahan biner pada bakteri.



Gambar 4. Pembelahan biner pada bakteri.

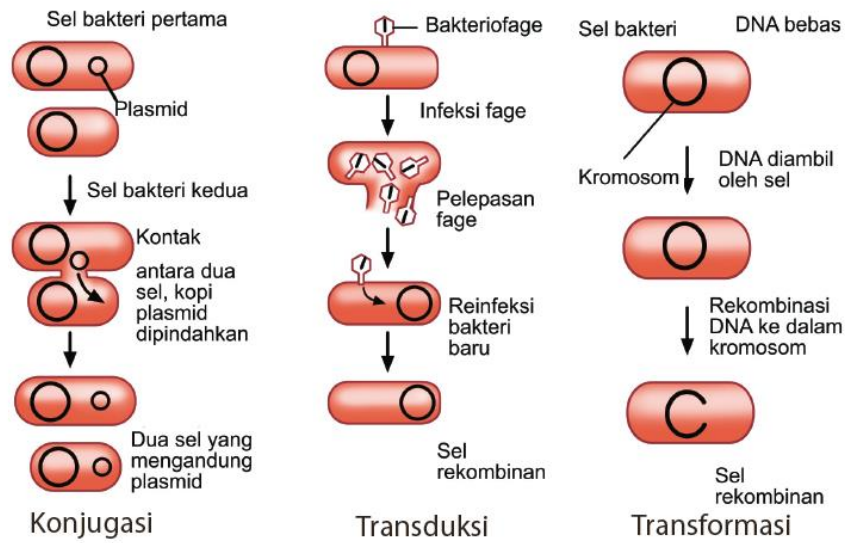
Sumber : <https://kumparan.com>

b. Reproduksi Seksual

Reproduksi seksual dilakukan dengan cara rekombinasi gen melalui konjugasi, transduksi, dan transformasi.

- 1) **Konjugasi** adalah reproduksi seksual dengan cara memindahkan materi genetik secara langsung dari sel bakteri yang satu ke sel bakteri lainnya melalui jembatan konjugasi.
- 2) **Transduksi** adalah rekombinasi gen antara dua sel bakteri yang diperantarai oleh virus fag (bakteriofag). Virus fag temperat (virus yang dapat bereplikasi secara litik dan lisogenik) merupakan virus yang paling cocok untuk melakukan proses transduksi.
- 3) **Transformasi** adalah rekombinasi gen dengan cara pemindahan secara langsung sedikit materi genetik dari suatu bakteri ke bakteri lainnya tanpa melalui jembatan konjugasi. Bakteri-bakteri yang dapat melakukan transformasi secara langsung adalah bakteri-bakteri yang dapat memproduksi enzim khusus. Contohnya *Rhizobium*, *Neisseria*, *Bacillus*, dan *Pneumococcus*.

Untuk lebih jelas reproduksi bakteri secara seksual dapat dilihat pada gambar berikut ini !



Gambar 5. Reproduksi seksual pada bakteri.
 Sumber :<https://www.quipper.com>

C. Rangkuman

Bakteri merupakan organisme mikroskopik dengan diameter 0,5 – 1 mikron dan panjangnya 1 – 20 mikron, uniseluler, bersifat prokariotik, Memiliki DNA berbentuk sirkuler yang disebut **plasmid**, memiliki dinding sel yang tersusun dari mukopolisakarida dan peptidoglikan dan hidup umumnya berkoloni, . sifat hidup ada yang bersifat autotrof dan heterotrof. Umumnya berkembang biak secara vegetatif dengan cara pembelahan biner, tetapi dapat juga berkembangbiak secara seksual yakni dengan konjugasi, transduksi dan transformasi.

D. Penugasan Mandiri

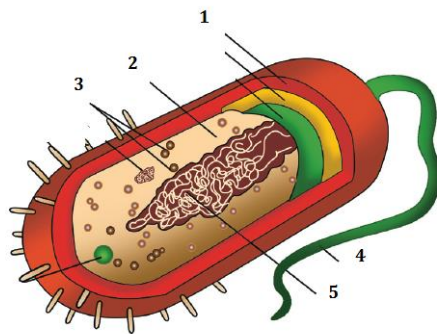
Identifikasilah bagian-bagian sel bakteri berikut ini !

<p>A detailed cross-section diagram of a bacterial cell. The cell is rod-shaped with a thick outer layer (cell wall) and a thinner inner layer (cell membrane). Inside, there is a large, circular DNA molecule (chromosome) and several smaller, circular plasmids. The cell is covered in small, hair-like structures (pili) and has a long, whip-like structure (flagellum) extending from one end.</p>	<p>Keterangan Gambar</p> <ol style="list-style-type: none">
--	--

E. Latihan Soal

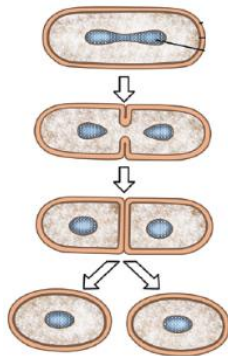
Untuk mengukur kemampuan dalam pembelajaran 1 kalian dapat menjawab soal-soal berikut ini. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat.

- Dinding sel bakteri tersusun atas persenyawaan antara polisarida dan protein. Persenyawaan tersebut dikenal dengan....
 - Hemiselulosa
 - Kitin
 - Selulosa
 - Pektin
 - Peptidoglikan
- Bakteri merupakan kelompok prokariota. Dasar pengelompokan tersebut adalah...
 - Sel bakteri tidak memiliki inti sel
 - Sel bakteri tidak memiliki membran inti sel
 - Sel bakteri memiliki plasmid
 - Kemampuan hidup sel bakteri untuk berkoloni
 - Sel bakteri yang bersifat uniseluler.
- Perhatikan gambar sel bakteri berikut ini !



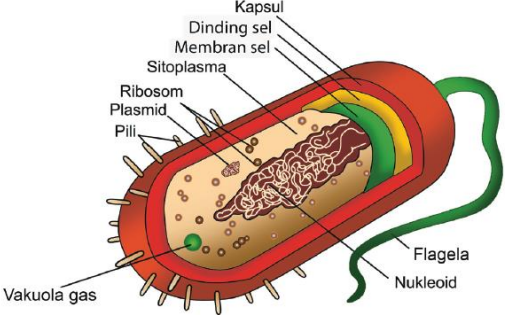
Berdasarkan gambar bagian yang berfungsi sebagai pelindung, menjaga sel dari kekeringan, dan membantu sel bakteri melekat pada substrat lainnya adalah....

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Perhatikan gambar cara reproduksi bakteri berikut ini !



- Berdasarkan gambar merupakan pembiakan bakteri secara ...
- A. Konsjugasi
 - B. Pembelahan binner
 - C. Peleburan sel
 - D. Transduksi
 - E. Transpormasi
5. Bakteri ada yang hidup bebas dilingkungan dan dapat mensintesis makanannya sendiri. Sifat hiup yang demikian disebut....
- A. Autotrof
 - B. Heterotrof
 - C. Aerob
 - D. Anaerob
 - E. Aerob Fakultatif

KUNCI DAN PEMBAHASAN SOAL LATIHAN

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	E	Dinding sel bakteri tersusun atas peptidoglikan Dinding sel tumbuhan tersusun atas hemiselulosa, selulosa, pektin, lignin dan kitin.
2	B	Sel berdasarkan membran inti sel ada dua kelompok yaitu Prokariota dan Eukariota. Prokariota artinya sel yang tidak memiliki membran inti. Eukariota artinya sel yang memiliki membran inti sel.
3	A	<p>Keterangan gambar dan Fungsinya:</p>  <p>1. Kapsul berfungsi sebagai pelindung, menjaga sel dari kekeringan, dan membantu sel bakteri melekat pada substrat lainnya</p> <p>2. Sitoplasma berfungsi sebagai tempat berlangsungnya reaksi-reaksi metabolisme sel.</p> <p>3. Ribosom berfungsi sebagai tempat sintesis protein</p> <p>4. Flagel berfungsi sebagai alat gerak</p> <p>5. Nukleoid berfungsi sebagai materi genetik bakteri</p>
4	B	Berdasarkan gambar dari 1 sel menjadi 2 sel dan pembelahan terjadi secara langsung. Proses yang demikian disebut Pembelahan biner
5	A	<p>Autotrof artinya mempunyai kemampuan untuk dapat mensintesis makanannya sendiri.</p> <p>Heterotrof artinya tidak dapat membuat makanan sendiri.</p> <p>Aerob artinya memerlukan oksigen.</p> <p>Anaerob artinya tidak memerlukan oksigen.</p> <p>Aerob fakultatif artinya bakteri yang dapat hidup baik pada kondisi ada atau tidak ada oksigen.</p>

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Saya dapat mengidentifikasi struktur sel bakteri?		
2	Apakah saya dapat memahami ciri-ciri bakteri?		
3	Apakah saya dapat komponen utama penyusun tubuh bakteri?		
4	Apakah saya dapat memahami sifat hidup bakteri?		
5	Apakah saya dapat memahami reproduksi bakteri secara aseksual?		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Peranan Bakteri Dalam Kehidupan

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan dapat:

1. Menjelaskan peranan bakteri yang menguntungkan pada kehidupan manusia
2. Menjelaskan peranan bakteri yang merugikan pada kehidupan manusia

B. Uraian Materi

Peserta didik yang cerdas, siapa di antara kalian yang sudah pernah mengonsumsi antibiotik? Biasanya kalau sedang sakit, kalian sering ya mengonsumsi antibiotik. Tahukah kamu, antibiotik itu diproses dengan bantuan bakteri, lho! Waah... jadi bakteri itu ada manfaatnya ya? Ada, dong! Kalau pengaruh negatifnya, ada juga, nggak? Ada, dong! Yuk, kita mencari tahu peranan bakteri dalam kehidupan sehari-hari.

1. Peranan Bakteri Yang Menguntungkan

a. Di bidang Pertanian

Menjaga keseimbangan dan kelestarian ekosistem, serta berperan dalam bidang pertanian. Bakteri-bakteri yang berperan menjaga keseimbangan dan kelestarian ekosistem, serta berperan dalam bidang pertanian adalah sebagai berikut.

- 1) Mengikat nitrogen bebas dan menyuburkan tanah, misalnya *Rhizobium leguminosarum* yang bersimbiosis dengan akar kacang-kacangan.
- 2) Berperan dalam proses nitrifikasi dan menyuburkan tanah, misalnya *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, dan *Nitrobacter*.
- 3) Menguraikan sisa-sisa bangkai dan tumbuhan yang mati. Peran ini dilakukan oleh bakteri-bakteri saprofit yang hidup di tanah, air tawar, maupun air laut.
- 4) Mengolah limbah organik, misalnya *Clostridium butyricum*.
- 5) Memperbaiki kualitas tanah yang tercemar oleh logam berat, misalnya *Pseudomonas aeruginosa*.

b. Mencerna makanan

Bakteri-bakteri yang berperan dalam proses pencernaan makanan adalah sebagai berikut.

- 1) Saprofit di usus besar vertebrata, misalnya *Aerobacter aerogenes*.
- 2) Menghasilkan vitamin K dan membusukkan makanan di usus besar, misalnya *Escherichia coli*.

c. Menghasilkan antibiotik, vitamin, enzim, dan hormon

Bakteri-bakteri yang berperan dalam pembuatan antibiotik, vitamin, enzim, dan hormon adalah sebagai berikut.

- 1) Pembuatan berbagai macam antibiotik, misalnya *Streptomyces griseus*, pembuat antibiotik streptomisin, *Streptomyces rimosus*, pembuat antibiotik tetrasiklin, *Streptomyces venezuelae*, pembuat antibiotik kloramfenikol.
- 2) Pembuatan vitamin, misalnya *Pseudomonas denitrificans* dan *Propionibacterium shermanii* yang dapat menghasilkan vitamin B12.
- 3) Pembuatan enzim dan hormon, misalnya *strain* bakteri hasil rekayasa genetika seperti *Escherichia coli* yang dapat menghasilkan hormon insulin sintesis.

d. Menghasilkan berbagai jenis makanan dan minuman baru

Bakteri-bakteri yang berperan dalam pembuatan berbagai jenis makanan dan minuman baru adalah sebagai berikut.

- 1) Pembuatan yoghurt yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*
- 2) Pembuatan kefir yaitu *Streptococcus lactis*,
- 3) Pembuatan keju yaitu *Streptococcus cremoris*
- 4) Pembuatan *nata de coco* dari air kelapa, misalnya *Acetobacter xylinum*.
- 5) Pembuatan asam cuka dan alkohol, misalnya *Acetobacter aceti* dan *Gluconobacter*.
- 6) Pembuatan asam amino untuk bahan MSG, misalnya *Corynebacterium glutamicum* dan *Brevibacterium flavum*.

e. Membunuh hama tanaman (biopestisida)

Beberapa bakteri dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bioinsektisida komersial karena dapat membunuh hama ulat serangga, seperti *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus popilliae*, *Bacillus lentimorbus*, atau *Bacillus sphaericus*.

f. Berperan dalam industri logam

Bakteri yang telah dimanfaatkan dalam industri logam berat adalah *Thiobacillus ferrooxidans* yaitu untuk memisahkan tembaga dari bijihnya.

g. Menghasilkan biogas

Bakteri yang dapat menghasilkan biogas dari sampah dan kotoran ternak adalah *Methanobacterium*

2. Peranan Bakteri Yang Merugikan

Setelah membahas manfaat bakteri, sekarang lanjut ke peranan negatif bakteri, ya. Bakteri memiliki peranan negatif karena dapat menimbulkan berbagai penyakit, baik penyakit pada manusia, maupun pada ternak dan tanaman budidaya.

a. Penyebab penyakit pada manusia

Beberapa bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia adalah sebagai berikut.

- 1) *Treponema pallidum*, penyebab penyakit sifilis.
- 2) *Bordella pertusis*, penyebab penyakit batuk rejan (pertusis).
- 3) *Neisseria gonorrhoeae*, penyebab penyakit gonore (kencing nanah) pada pria dan wanita.
- 4) *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab penyakit TBC.
- 5) *Mycobacterium leprae*, penyebab penyakit lepra.
- 6) *Corynebacterium diphtheriae*, penyebab penyakit difteri.
- 7) *Clostridium tetani*, penyebab penyakit tetanus.
- 8) *Vibrio cholerae*, penyebab penyakit kolera.
- 9) *Salmonella typhi*, penyebab penyakit tipus.
- 10) *Streptococcus pneumoniae*, penyebab penyakit radang paru-paru (*pneumonia*).
- 11) *Clostridium botulinum*, penyebab keracunan makanan (*botulisme*)

b. Penyebab penyakit pada ternak

Beberapa bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada ternak adalah sebagai berikut.

- 1) *Bacillus anthracis*, penyebab penyakit antraks yang dapat menular ke manusia.

- 2) *Coxiella burnetii*, penyebab demam pada ternak yang dapat menular ke manusia.

c. Penyebab penyakit pada tanaman budidaya

Beberapa bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman budidaya adalah sebagai berikut.

- 1) *Agrobacterium tumefaciens*, penyebab penyakit tumor *crown gall*.
- 2) *Pseudomonas solanacearum*, penyebab penyakit pada tanaman tomat, terong, dan cabai.
- 3) *Candidatus liberibacter asiaticus*, penyebab penyakit CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) pada tanaman jeruk.
- 4) *Pseudomonas cattleyae*, penyebab penyakit pada tanaman anggrek seperti *Cattleya*.
- 5) *Bacterium papaya*, penyebab penyakit pada tanaman pepaya

C. Rangkuman

Bakteri memiliki peranan yang penting dalam kehidupan manusia, baik peran yang menguntungkan ataupun yang merugikan. Bakteri memiliki peran yang positif karena bermanfaat dibidang pertanian, mencerna makanan, menghasilkan antibiotik, vitamin, enzim dan hormon, menghasilkan berbagai jenis makanan dan minuman yang baru, membunuh hama tanaman, bermanfaat pada industri logam, serta menghasilkan biogas. Bakteri memiliki peranan negatif karena dapat menimbulkan berbagai penyakit, baik penyakit pada manusia, maupun pada ternak dan tanaman budidaya.

D. Penugasan Mandiri

Untuk mengumpulkan informasi tentang peranan bakteri yang menguntungkan dan peranan bakteri yang merugikan. Cobalah kalian cari informasi melalui surat kabar, majalah. Lalu buatlah kliping tentang informasi tersebut.

E. Latihan Soal

Untuk mengukur kemampuan dalam pembelajaran 1 kalian dapat menjawab soal-soal berikut ini. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat.

1. Perhatikan nama-nama bakteri berikut ini

- 1) *Rhizobium leguminosarum*
- 2) *Nitrosomonas*
- 3) *Escherichia coli*
- 4) *Streptomyces griseus*

Bakteri yang berperan dalam bidang pertanian adalah...

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 3
- C. 1 dan 3
- D. 2 dan 4
- E. 1 dan 4

2. *Pseudomonas denitrificans* dan *Propionibacterium shermanii* merupakan bakteri yang sangat bermanfaat karena dapat
- Mengikat nitrogen dari udara
 - Menghasilkan antibiotik
 - Menghasilkan zat makanan baru seperti yogurt
 - Menghasilkan biogas
 - menghasilkan vitamin B12
3. Perhatikan tabel berikut ini !

No	Nama Bakteri	No	Zat Makan baru
1	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	A	yoghurt
2	<i>Streptococcus cremoris</i>	B	Keju
3	<i>Acetobacter xylinum</i>	C	Nata de coco

Pasangan yang tepat antara bakteri dan zat makanan baru yang dihasilkan adalah....

- 1 - B
 - 2 - A
 - 3 - B
 - 2 - C
 - 3 - C
4. Untuk menjawab pertanyaan berikut perhatikanlah gambar di bawah ini !



Berdasarkan gambar jenis penyakit yang disebabkan adalah

- Pneumonia
 - TBC
 - Kolera
 - Tetanus
 - Tipus
5. Bakteri berikut yang menyebabkan kerusakan pada taman anggrek adalah....
- Candidatus liberibacter asiaticus*
 - Pseudomonas solanacearum*
 - Pseudomonas cattleyae*
 - Bacterium papaya*
 - Agrobacterium tumefaciens*

KUNCI DAN PEMBAHASAN SOAL LATIHAN

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	A	<i>Rhizobium leguminosarum</i> Mengikat nitrogen bebas dan menyuburkan tanah, misalnya yang bersimbiosis dengan akar kacang-kacangan. <i>Nitrosomonas</i> berperan dalam proses nitrifikasi dan menyuburkan tanah. <i>Escherichia coli</i> menghasilkan vitamin K dan membusukkan makanan di usus besar <i>Streptomyces griseus</i> pembuat antibiotik streptomisin
2	E	Menghasilkan vitamin B12 : <i>Pseudomonas denitrificans</i> dan <i>Propionibacterium shermanii</i> Mengikat nitrogen dari udara : <i>Rhizobium leguminosarum</i> Menghasilkan antibiotik <i>Streptomyces griseus</i> Menghasilkan zat makanan baru seperti yogurt : <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus thermophilus</i> Menghasilkan biogas adalah golongan <i>Methanobacterium</i>
3	E	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> : Yogurt <i>Streptococcus cremoris</i> : Keju <i>Acetobacter xylinum</i> : Nata de coco
4	B	Disebabkan oleh <i>Mycobacterium tuberculosis</i> sel bakteri berbentuk batang dan hidupnya di paru-paru manusia Pneumonia disebabkan oleh bakteri <i>Streptococcus pneumoniae</i> menyerang paru-paru dan selnya berbentuk bulat.
5	C	<i>Candidatus liberibacter asiaticus</i> : Penyakit pada tanaman jeruk <i>Pseudomonas solanacearum</i> : Penyakit pada tanaman tomat, terong dan cabai <i>Pseudomonas cattleyae</i> : Penyakit pada tanaman Anggrek <i>Bacterium papaya</i> : Penyakit pada tanaman pepaya <i>Agrobacterium tumefaciens</i> : Tumor pada tumbuhan budidaya

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar Materi selanjutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

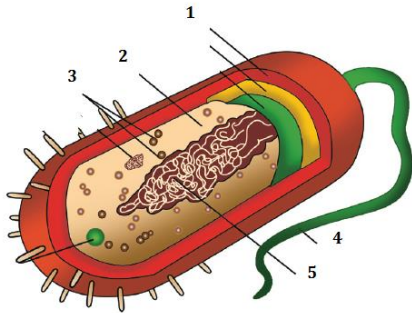
F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Saya mengidentifikasi peran-peran bakteri yang menguntungkan?		
2	Apakah Saya mengidentifikasi peran-peran bakteri yang merugikan?		

EVALUASI

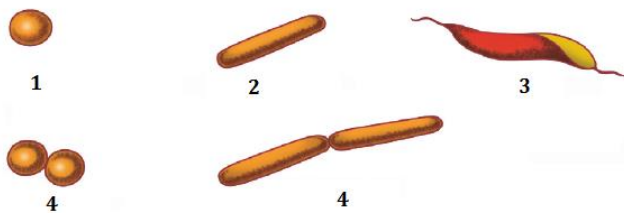
Pilihlah jawaban yang paling tepat !

1. Perhatikan struktur sel bakteri berikut ini



Bagian yang berfungsi sebagai alat gerak adalah nomor

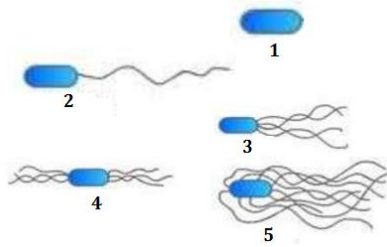
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
2. Pada bakteri terdapat DNA nonkromosom yang berbentuk sirkuler dan berukuran lebih kecil dibandingkan dengan DNA kromosom. Mempunyai kemampuan bereplikasi tanpa kontrol DNA kromosom dan berfungsi menentukan sifat-sifat tertentu, seperti sifat patogen, sifat fertilitas, atau sifat kekebalan terhadap antibiotik. Bagaian sel bakteri yang dimaksud adalah...
- A. Kromosom
 - B. Plasmid
 - C. Ribosom
 - D. Mesosom
 - E. Materi genetik
3. Perhatikan bentuk sel bakteri berikut ini !



Berdasarkan gambar bakteri yang berbentuk diplobasil adalah nomor....

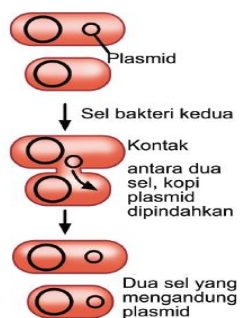
- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

4. Bakteri yang dinding selnya mengandung lapisan peptidoglikan yang tipis sehingga menyerap warna merah dengan pewarnaan Gram. Bakteri yang dimaksud adalah kelompok
- Bakteri gram negatif
 - Bakteri gram positif
 - Bakteri aerob
 - Bakteri Anaerob
 - Bakteri fakultatif
5. Perhatikan gambar berikut ini !



Berdasarkan alat geraknya peritrik ditunjukkan oleh nomor....

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
6. Kelompok bakteri ada yang tidak dapat menyusun zat makanannya sendiri tetapi dengan memanfaatkan organisme lain, bakteri yang demikian disebut...
- Autotrof
 - Heterotrof
 - Aerob
 - Anaerob
 - Fakultatif
7. Perhatikan gambar cara reproduksi bakteri berikut ini !



Berdasarkan gambar reproduksi bakteri tersebut terjadi secara

- Pembelahan biner
- Konjugasi
- Transduksi
- Transpormasi
- Peleburan inti

8. Bakteri yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energinya, bakteri ini memiliki pigmen-pigmen fotosintetik, berdasarkan sifat hidupnya bakteri tersebut termasuk ke dalam kelompok...
- A. Aerob
 - B. Anarob
 - C. Aerob fakultatif
 - D. Fotoautotrof
 - E. kemoautotrof
9. Bakteri berikut yang berperan dalam bidang pertanian, dengan cara bersimbiosis dengan akar tumbuhan kacang-kacangan. Bakteri yang dimaksud adalah....
- A. *Rhizobium leguminosarum*
 - B. *Nitrosomonas*
 - C. *Lactobacillus bulgaricus*
 - D. *Candidatus liberibacter asiaticus*
 - E. *Bacterium papaya*
10. Perhatikan produk makanan berikut ini !



Produk makanan tersebut dihasilkan dengan bantuan bakteri....

- A. *Lactobacillus bulgaricus*
- B. *Acetobacter xylinium*
- C. *Streptococcus cremoris*
- D. *Acetobacter aceti*
- E. *Lactobacillus bulgaricus*

Kunci Jawaban Evaluasi

NOMOR	KUNCI JAWABAN
1	D
2	B
3	D
4	B
5	E
6	B
7	B
8	D
9	A
10	C

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori Moch. 2009. *Biologi 1 Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA)-Madrasah Aliyah (MA)*. Departemen Pendidikan Nasional. Pusurbub. Jakarta.
- Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA*. Jakarta .CV.Ricardo.
- Irningtyas, 2018, *Biologi SMA kelas X*, Jakarta: Erlangga.
- <https://www.kelaspintar.id/blog/tips-pintar/mengenal-struktur-bakteri-dari-kapsul-sampai-plasmid-1668/> di akses tanggal 12 September 2020.
- <http://www.ebiologi.net/2016/07/bentuk-bentuk-bakteri-gambar-dan-contoh.html> di akses tanggal 12 September 2020.
- <https://www.belajaripa.net/klasifikasi-eubacteria/> di akses tanggal 12 September 2020.
- <https://kumparan.com/quipper-indonesia/proses-reproduksi-pada-bakteri-1sX7E7hgXR7> di akses tanggal 12 September 2020.
- <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/biologi/reproduksi-bakteri-biologi-kelas-10> di akses tanggal 11 September 2020.
- Nurhayati, Nunung dan Resti Wijayanti, 2017, *Biologi SMA kelas X*, Bandung: YRama Yudha.
- Purnamawati Henny, Rumiayati, Nurhidayah Siti. 2019. *Biologi Untuk SMA/MA*, Yogyakarta: Intan Pariwara.