

Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

B a b 2

Virus dan Kingdom Monera

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup. Hal ini dapat Anda kuasai salah satunya jika mampu mendeskripsikan ciri-ciri, replikasi, dan peran virus dalam kehidupan, serta mendeskripsikan ciri-ciri Archaeobacteria dan Eubacteria dan perannya bagi kehidupan.

Pernahkah Anda mendengar tentang *Acquired Immune Deficiency Syndrome* (AIDS)? AIDS merupakan suatu sindrom yang disebabkan oleh virus *Human Immunodeficiency Virus* (HIV). Virus ini menyerang sistem kekebalan tubuh pada penderitanya. Akibatnya, jika penderita terserang penyakit, kekebalan tubuhnya tidak akan bekerja sehingga penderita dapat mengalami kematian.

Virus sangat unik, mengapa? Karena virus dapat dikristalkan dan hanya melaksanakan aktivitas hidupnya pada sel hidup atau jaringan hidup. Jika virus terdapat di luar sel hidup, virus seperti benda mati karena tidak dapat melakukan aktivitas hidupnya. Adakah manfaat dari virus bagi kehidupan?

Pada bab ini akan dibahas tentang virus secara menyeluruh bagi kehidupan dan ciri-cirinya. Pada bab ini juga akan dibahas mengenai kingdom Monera.

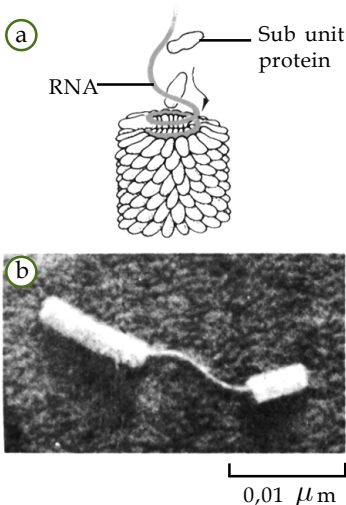
Virus tidak termasuk klasifikasi makhluk hidup lima kingdom berdasarkan **Robert H.B. Whittaker** yang digunakan dalam buku ini. Klasifikasi lima kingdom terdiri atas **kingdom Monera** (bakteri), **kingdom Protista** (Alga), **kingdom Fungi** (jamur), **kingdom Plantae** (tumbuhan), dan **kingdom Animalia** (Hewan) (Campbell, 1998: 494). Kelima kingdom ini akan Anda pelajari pada bab dan subbab selanjutnya.

A. Virus

B. Kingdom Monera

Soal Pramateri

1. Apakah yang dimaksud dengan virus?
2. Apakah peranan virus bagi manusia?
3. Apakah semua bakteri merugikan manusia?



Sumber: Biological Science, 1986

Gambar 2.1

Virus TMV yang ditemukan oleh Wendell M. Stanley.
(a) Struktur virus TMV yang tersusun atas RNA dan subunit protein. (b) Hasil pembesaran virus TMV menggunakan mikroskop elektron.

A Virus

Penelitian tentang mikroorganisme diawali sejak ditemukannya mikroskop oleh **Antony van Leeuwenhoek** (1632–1723). Begitu pula dengan penelitian tentang virus. Pada abad XIX dan abad XX penelitian penyakit yang disebabkan oleh virus ditujukan pada materi yang terkandung dalam virus, misalnya substansi yang bersifat racun serta senyawa kimia dan enzim yang menimbulkan kerusakan organisme yang menjadi inangnya.

Pada tahun 1935 **Wendell M. Stanley**, seorang ahli biokimia Amerika, meneliti penyakit mosaik pada daun tembakau. Dalam penelitian tersebut digunakan satu ton daun tembakau yang terinfeksi oleh penyakit mosaik. Dari penelitian tersebut ditemukan kristal berbentuk jarum. Kristal tersebut disimpan dalam botol dan tidak menunjukkan adanya aktivitas kehidupan. Saat kristal tersebut dilarutkan, larutannya diusapkan pada permukaan daun tembakau yang sehat. Kemudian, daun sehat tersebut terserang penyakit mosaik. Stanley adalah orang yang menamakan virus itu "*Tobacco Mosaic Virus*" (TMV) (**Gambar 2.1**) dan penyakitnya dinamakan penyakit mosaik. Sebelumnya, orang tidak menyebutnya penyakit mosaik. Pada tahun 1946, Wendell M. Stanley menerima hadiah nobel dalam bidang kimia.

1. Ciri dan Struktur Virus

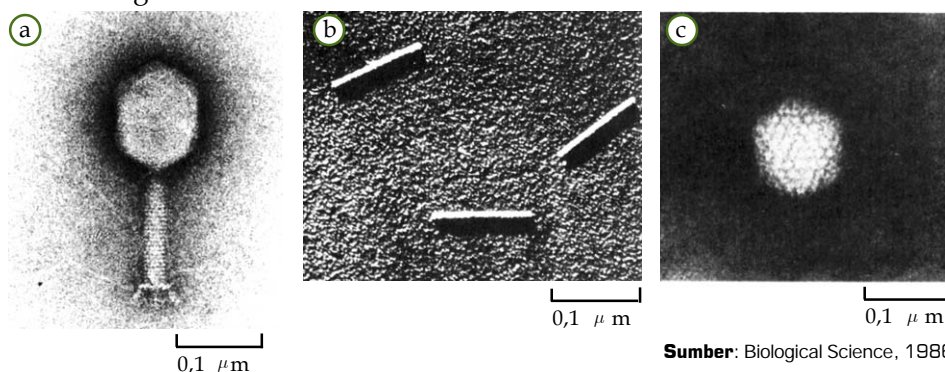
Apakah virus dikelompokkan sebagai makhluk hidup atau benda mati? Jika berada di luar sel hidup, virus tidak dapat bergerak, tumbuh atau bereproduksi sehingga di luar sel hidup virus dikelompokkan sebagai makhluk tak hidup. Sebaliknya, jika virus ada di dalam sel makhluk hidup lain, seperti tumbuhan, hewan, atau manusia, virus dapat tumbuh dan bereproduksi sehingga dikatakan bahwa virus adalah makhluk hidup. Oleh karena itu, virus dikategorikan sebagai peralihan dari makhluk tak hidup ke makhluk hidup.

Berikut adalah ciri-ciri umum yang dimiliki oleh virus.

- a. Virus berukuran sangat kecil, berkisar $0,05\mu\text{m}$ – $0,2\mu\text{m}$ ($1\mu\text{m} = 1/1000\text{ mm}$). Oleh karena itu, virus hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron.
- b. Tubuh virus terdiri atas selubung dan bahan inti. Bahan inti berupa RNA (*Ribonucleic acid*) atau DNA (*Deoxiribonucleic acid*).
- c. Virus tidak mempunyai membran dan organel-organel sel yang penting bagi kehidupan.
- d. Virus hanya dapat bereproduksi jika berada dalam sel hidup atau jaringan hidup.
- e. Virus dapat dikristalkan layaknya benda mati.

Virus tersusun dari asam nukleat, yaitu asam deoksiribonukleat (DNA) atau asam ribonukleat (RNA) yang dibungkus oleh selubung protein yang disebut **kapsid**.

Bentuk virus bermacam-macam, ada yang berbentuk batang, bola atau bulat, berbentuk peluru, dan beberapa berbentuk huruf T seperti pada virus bakteriofage. Perhatikan **Gambar 2.2**.



Sumber: Biological Science, 1986

Gambar 2.2

Beberapa bentuk virus.
(a) Bakteriofage (virus T4) yang memiliki enam kaki,
(b) virus TMV, yang berbentuk batang, dan
(c) Adeno virus, yang berbentuk polyhedral.

Disebut bakteriofage karena virus ini menyerang bakteri. Tubuh virus bakteriofage terdiri atas kapsid, kepala, isi, dan ekor (**Gambar 2.3**).

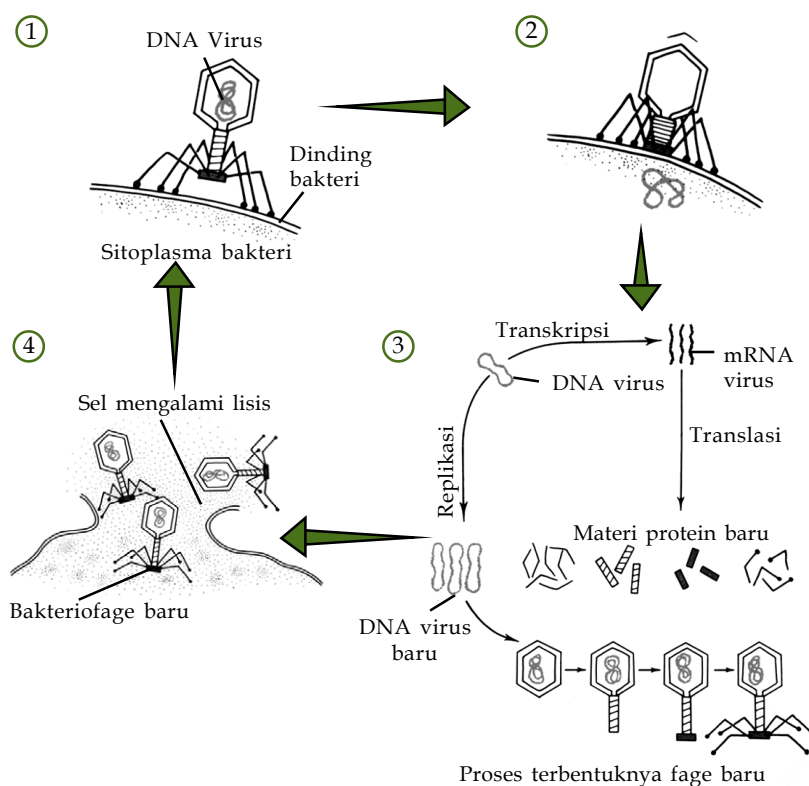
- Kapsid merupakan lapisan pembungkus tubuh virus yang berfungsi memberi bentuk tubuh virus dan melindungi virus dari kondisi lingkungan sekitarnya.
- Kepala virus berisi materi genetik (asam nukleat), yaitu DNA atau RNA.
- Ekor merupakan bagian tubuh virus yang penting untuk melekatkan diri dengan sel inang serta untuk memasukkan materi genetik virus ke dalam sel inang tersebut (Keeton and Gould, 1986: 734).

2. Reproduksi Virus

Virus hanya dapat bereproduksi dalam sel hidup atau jaringan hidup lain. Cara reproduksi virus ada dua macam, yaitu melalui **daur litik** dan **daur lisogenik**.

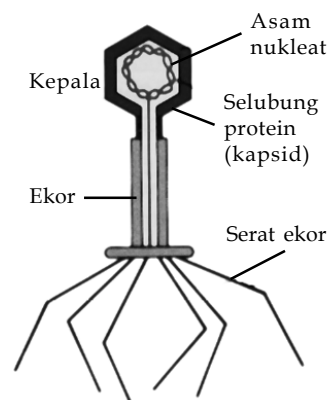
a. Daur Litik

Daur litik yang dilakukan oleh virus adalah sebagai berikut (**Gambar 2.4**).



Sumber: Biological Science, 1986

- Virus menempel pada bakteri.
- Dinding sel bakteri dilarutkan oleh enzim dari virus. Melalui lubang yang sudah dilarutkan oleh enzim virus tersebut, DNA virus dimasukkan ke dalam bakteri. Tahap ini disebut **penetrasi**.
- DNA virus mengambil alih tugas DNA bakteri dan menggunakan metabolisme bakteri untuk menghasilkan komponen-komponen virus, seperti kapsid, ekor, serabut ekor, dan kepala. Setiap komponen fage kemudian bersatu dalam proses pematangan. Virus baru yang terbentuk dapat mencapai jumlah 200–1.000 virus.



Sumber: Essentials of Biology, 1990

Gambar 2.3

Struktur tubuh virus bakteriofage.

Wawasan Biologi

Semua virus pada tipe yang sama, mempunyai bentuk dan ukuran yang sama. Setiap virus tersusun atas bagian-bagian dengan banyak dan bentuk yang sama pula. Oleh karena itu, virus tidak memiliki ciri makhluk hidup yang penting, yaitu kemampuan untuk tumbuh dan berkembang.

Sumber: Heath Biology, 19 5

Kata Kunci

- Daur lisogenik
- Daur litik

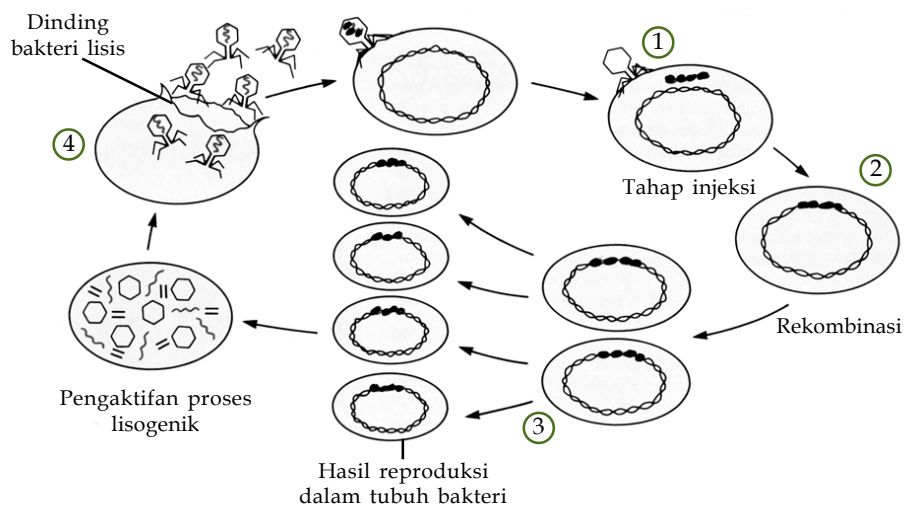
Gambar 2.4

Daur litik pada bakteriofage. i manakah tahap translasi ter adi?

- 4) Virus yang baru terbentuk mengeluarkan enzim lisozimnya untuk menghancurkan dinding sel bakteri. Setelah dinding bakteri hancur atau lisis, virus-virus baru dapat keluar dan menyerang sel-sel bakteri lainnya. Akhirnya, bakteri mengalami kematian. Virus yang telah menginfeksi sel lain pun mengulangi siklus litiknya kembali. Siklus litik yang menghasilkan virus-virus baru ini hanya membutuhkan waktu lebih kurang 20 menit untuk setiap siklusnya.

b. Daur Lisogenik

Tidak semua virus yang masuk ke dalam sel makhluk hidup lain langsung menghancurkan dinding sel tersebut dan membuat sel tersebut lisis. DNA virus yang masuk dalam bakteri menjadi bagian DNA inang melalui rekombinasi. Meskipun menjadi bagian DNA inang, namun virus tidak langsung mengambil alih metabolisme sel inang. Siklus seperti ini disebut daur lisogenik (**Gambar 2.5**).



Gambar 2.5

Bakteriophage yang melakukan siklus lisogenik.

Apa bedanya dengan siklus litik?

Sumber: Heath Biology, 1985

Urutan prosesnya adalah sebagai berikut.

- 1) Virus hidup pada tempat yang spesifik pada permukaan tubuh sel bakteri. Setelah melisiskan dinding sel, virus melakukan penetrasi materi genetik DNA ke dalam tubuh bakteri.
- 2) DNA kemudian menyisip ke dalam DNA bakteri dan membentuk profage.
- 3) Jika bakteri membelah diri, profage ikut membelah sehingga anakan sel bakteri pun mengandung profage. Hal ini berlangsung terus-menerus sehingga jumlah bakteri yang mengandung profage menjadi amat banyak. Jika keadaan lingkungan mendukung, virus akan mengalami pematangan sehingga memasuki keadaan litik.
- 4) Virus-virus baru pun dibentuk dan siap menyerang sel-sel lainnya.

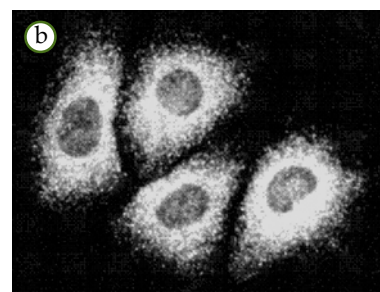
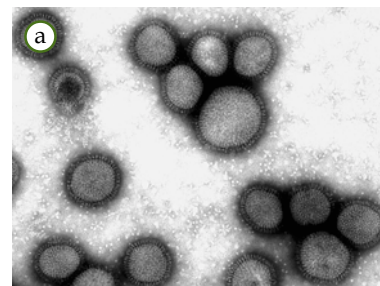
3. Klasifikasi Virus

Klasifikasi dan penamaan virus telah dirintis sejak 1966 oleh *International Commitee on Taxonomy of Viruses* (ICTV) dan terpisah dari klasifikasi makhluk hidup. Taksonomi virus terdiri atas empat tingkat, yaitu ordo, famili, genus, dan spesies. Taksonomi adalah ilmu klasifikasi makhluk hidup, mengelompokkannya secara berurut sesuai dengan derajat persamaan dan perbedaan antara mereka, lalu memberinya nama ilmiah. Berikut contoh klasifikasi virus ebola berdasarkan ICTV.

- Ordo : Mononegavirales
- Famili : *Filoviridae*
- Genus : *Filovirus*
- Spesies : *Ebola virus zaire*

Sebagian ahli mengelompokkan virus berdasarkan jenis asam nukleat yang dimilikinya. Berikut adalah pengelompokan virus berdasarkan asam nukleat yang dimilikinya.

- Ribovirus**, yaitu virus yang asam nukleatnya berupa RNA (**Gambar 2.6a**). Contoh virus yang termasuk kelompok ribovirus adalah
 1. virus toga (penyebab demam kuning dan ensefalitis);
 2. virus arena (penyebab meningitis);
 3. virus picorna (penyebab polio);
 4. virus orthomyxo (penyebab influenza);
 5. virus paramyxo (penyebab pes pada ternak);
 6. virus rhabdo (penyebab rabies);
 7. virus hepatitis (penyebab hepatitis pada manusia);
 8. retrovirus (dapat menyebabkan AIDS).
- Deoksiribovirus**, yaitu virus yang asam nukleatnya berupa DNA (**Gambar 2.6b**). Contoh virus jenis deoksiribovirus adalah
 1. virus herpes (penyebab herpes);
 2. virus pox (penyebab kanker seperti leukemia dan limfoma, ada pula yang menyebabkan AIDS);
 3. virus mozaik (penyebab bercak-bercak pada daun tembakau);
 4. virus papova (penyebab kutil pada manusia/papiloma).



Sumber: www.rothamsted.bbsrc.ac.uk

Gambar 2.6

Klasifikasi virus berdasarkan asam nukleat. (a) Ribovirus, virus influenza, dan (b) Deoksiribovirus, virus herpes.

4. Virus dalam Kehidupan Manusia

Pada umumnya, virus dapat menyebabkan penyakit baik pada manusia, hewan, maupun tumbuhan. Selain itu, virus juga memiliki manfaat bagi manusia. Apa saja manfaat virus?

a. Manfaat Virus bagi Manusia

Salah satu manfaat virus bagi manusia adalah adanya vaksin yang dapat mencegah suatu penyakit. Ilmuwan membuat vaksin dari virus yang dilemahkan atau virus yang tidak aktif.

Vaksin berasal dari virus yang dilemahkan. Vaksin tersebut disuntikkan ke tubuh manusia dan menyebabkan tubuh memproduksi **antibodi** atau zat lain yang membuat tubuh kebal (tahan) terhadap virus. Vaksin yang dibuat dari virus hidup dibuat oleh ahli virus dengan seleksi yang teliti. Vaksin tersebut merangsang pembentukan sistem kekebalan tubuh dan tidak membahayakan tubuh. Selain itu, virus dapat digunakan untuk membasmi hama secara biologis. Pada waktu yang akan datang, bakteriofage diharapkan dapat dikembangkan menjadi obat untuk membunuh bakteri yang menimbulkan penyakit secara spesifik.

b. Sifat Merugikan Virus bagi Manusia

Dari uraian sebelumnya, diketahui bahwa kebanyakan virus dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit dan dapat menimbulkan kanker. Penyakit yang disebabkan oleh virus dapat juga menimbulkan cacat fisik atau kematian karena banyak yang belum diketahui cara pengobatannya. Selain menyerang manusia, virus juga menyerang tumbuhan dan hewan. Pada gilirannya, dapat memberikan kerugian pada manusia.

Wawasan Biologi

Hingga saat ini belum ada obat yang benar-benar mengobati influenza. Obat yang beredar saat ini hanya meningkatkan kekebalan tubuh dan meringankan gejala influenza yang mengganggu. Seluruh manusia di bumi terinfeksi virus ini, namun gejala infeksi akan terlihat jika kekebalan tubuh melemah. Bersin dan mengeluarkan lendir dari hidung merupakan beberapa cara pertahanan tubuh terhadap virus ini. Menjaga kondisi tubuh merupakan cara efektif mencegah gejala penyakit ini.

Gambar 2.7

Virus herpes dapat menyerang beberapa bagian tubuh, di antaranya bagian (a) mulut dan (b) punggung.

1) Virus yang Menyerang Manusia

Seperti halnya pada hewan, penyakit pada manusia pun banyak yang disebabkan oleh virus. Penularan oleh virus ini dapat melalui berbagai cara, antara lain melalui udara, cairan tubuh, dan air.

a) Influenza

Virus influenza hanya menyerang membran trakea. Virus ini bernama *Orthomyxovirus*. Virus ini menyebar melalui udara dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan.

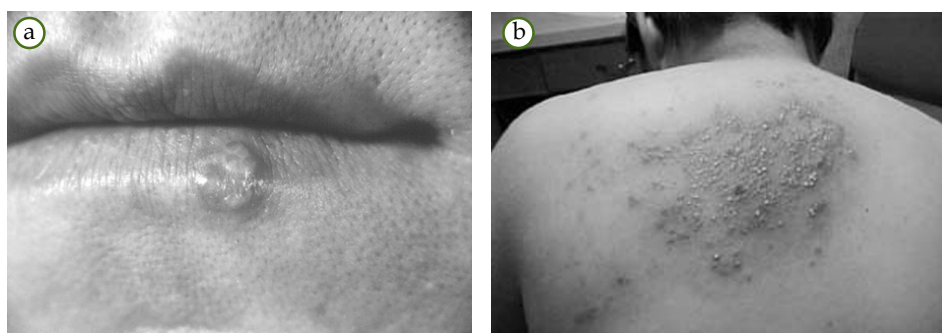
b) HIV (*Human Immunodeficiency Virus*)

HIV merupakan penyebab penyakit AIDS yang merupakan virus yang menyerang sistem kekebalan tubuh manusia atau menyerang sel darah putih. Sel darah putih ini mengontrol sistem kekebalan tubuh. Oleh karena itu, pada penderita AIDS sistem kekebalan tubuhnya berkurang sehingga tubuhnya pun rentan terkena penyakit.

Virus HIV ditularkan melalui luka di kulit, selaput lendir, hubungan seksual, transfusi darah, dan penggunaan jarum suntik yang tidak steril. HIV banyak terdapat di darah dan cairan mani penderita.

c) Herpes

Herpes merupakan penyakit yang ditandai dengan adanya bintik merah nanah dan berkelompok di kulit, dan disertai oleh demam. Penyebab herpes adalah virus anggota famili *Herperviridae*. Virus herpes menyerang kulit dan selaput lendir (**Gambar 2.7**).



Sumber: www.pathmicro.med.sc www.surviveoutdoors.com

Ada tipe virus herpes yang hanya menyerang membran mukus di mulut dan bibir. Selain itu, ada pula tipe herpes yang hanya menyerang alat genital sehingga menyebabkan sakit pada alat kelamin. Virus memasuki tubuh melalui luka kecil dan bersarang di tubuh secara permanen. Oleh karena itu, herpes dapat kambuh sewaktu-waktu, biasanya jika seseorang sedang stres dan daya tahan tubuhnya menurun.

d) Cacar air

Cacar air disebabkan oleh *Varicella zoster virus*. Virus ini hanya menyerang kulit. Gejala yang ditimbulkan berupa demam, sakit kepala, serta timbul bintik kemerahan berisi cairan di kulit.

e) Kanker

Virus ada juga yang menyebabkan kanker, misalnya *T-cell leukemia* penyebab kanker pada sel darah putih. Selain itu, ada juga virus papilloma yang menyebabkan penyakit kanker pada genital.

f) Polio

Virus yang menyebabkan polio hanya menyerang sel saraf. Virus polio masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman, atau melalui udara pernapasan. Kemudian, virus ini berkembang di jaringan getah bening saluran pencernaan dan memasuki kelenjar getah bening. Virus ini lalu masuk ke peredaran darah menuju sumsum tulang dan otak. Akhirnya, virus ini merusak sel saraf dan dapat mengakibatkan kelumpuhan bahkan kematian.

2) Virus yang Menyerang Tumbuhan

Virus yang menyerang tumbuhan dapat mengenai bagian daun, buah, dan batang. Virus biasanya menyerang tumbuhan berbunga. Virus yang menyerang tumbuhan ini dapat mengakibatkan kematian. Cara virus masuk ke dalam bagian tubuh tumbuhan, misalnya pada bagian daun, yaitu dengan bantuan serangga. Virus masuk pada saat serangga memakan daun. Virus ini tidak dibawa oleh serangga, tetapi melalui udara. Virus dapat masuk setelah dinding sel pada daun rusak karena dimakan serangga.

a) Mosaik

Mosaik merupakan penyakit yang menyerang tomat, kentang, dan tembakau. Penyakit ini menyebabkan daun menjadi berbintik-bintik kuning. Disebabkan oleh *Tobacco Mosaic Virus* (TMV).

b) Tungro

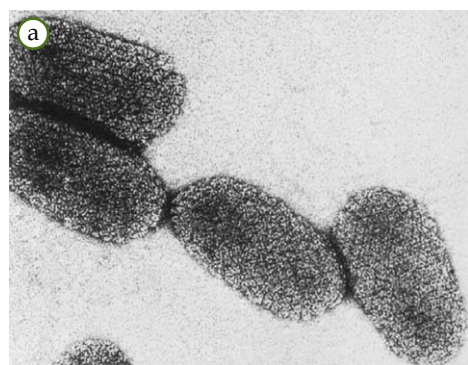
Tungro merupakan penyakit yang menyerang padi dan menyebabkan tanaman menjadi kerdil. Penyebabnya adalah virus tungro.

3) Virus yang Menyerang Hewan

Banyak penyakit pada hewan yang disebabkan oleh virus. Beberapa jenis virus yang menyerang hewan mengakibatkan kematian. Virus yang menyerang hewan ini dapat juga menyerang manusia. Misalnya, virus rabies yang ditularkan melalui gigitan anjing. Untuk lebih jelasnya, perhatikan uraian berikut.

a) Rabies

Rabies merupakan virus yang menyerang sel saraf menyebabkan hewan takut air dan menyebabkan hewan tersebut menjadi agresif. Virus ini menyerang hewan seperti anjing, kucing, dan monyet. Akan tetapi, virus ini dapat ditularkan kepada manusia melalui gigitan hewan yang terinfeksi virus ini. Hal ini menyebabkan peradangan pada otak sehingga sel saraf terganggu. Rabies disebabkan oleh *Rhabdovirus* (**Gambar 2.8**).



Sumber: www.fcps.k12.va www.miamidade.com

Wawasan

Biologi

Polio masih menjadi masalah bagi negara berkembang. Pada 1988, diluncurkan inisiatif global membasmi polio. Sejak saat itu, kasus polio menurun 90 persen, dari 350 ribu pada 1988 menjadi 1.919 kasus pada 2002. Jumlah negara endemik pun menurun dari 125 negara menjadi tujuh negara. Saat ini, kasus tinggi terjadi di Afganistan, Mesir, India, Nigeria, dan Pakistan.

Sumber: www.tempo.interaktif.com

Gambar 2.8

(a) Virus rabies yang menyerang saraf. Rabies ditularkan kepada manusia melalui (b) gigitan anjing yang terinfeksi virus. Bagaimanakah cara Anda mencegah rabies?



b) Penyakit kuku dan mulut

Penyakit kuku dan mulut adalah penyakit yang menyerang ternak dan disebabkan oleh virus. Virus Cocksachie adalah penyebab penyakit ini. Hewan ternak yang terjangkit penyakit ini memiliki ciri, air liur yang banyak, demam dengan suhu badan yang tinggi, dan banyak keluar lendir di hidungnya.

Soal Penguasaan Materi 2.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Sebutkan ciri-ciri virus.
2. Jelaskan cara replikasi pada virus.
3. Sebutkan beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus.

B Kingdom Monera

Monera adalah makhluk hidup yang terdiri atas satu sel (uniselular) sesuai dengan asal kata dari bahasa Yunani, *moneres* yang berarti tunggal. Monera belum mempunyai membran inti sel, memiliki nukleoid (bagian sel yang mengandung DNA), dan belum memiliki organel bermembran, seperti mitokondria, kloroplas, dan badan Golgi. Dinding selnya terbuat dari peptidoglikan yang tahan terhadap tekanan osmotik hingga 25 kali tekanan atmosfer. Anggota kingdom ini secara umum disebut dengan bakteri.

Organisme utama yang termasuk dalam kingdom Monera adalah Eubacteria dan Archaeobacteria. Keduanya merupakan organisme **prokariotik**. Kelompok yang paling primitif, Archaeobacteria, saat ini mulai terbatas keberadaannya. Namun, tetap dapat ditemukan di tempat tertentu, seperti sumber air panas dan daerah yang konsentrasi oksigennya rendah.

Organisme prokariotik merupakan organisme yang inti selnya belum memiliki membran inti. Adapun organisme **eukariotik**, sudah memiliki membran inti. Untuk memperjelas perbedaan antara organisme prokariotik dan eukariotik, perhatikan **Tabel 2.1** berikut (Campbell, 1998: 509).

Kata Kunci

- Archaeobacteria
- Bakteri
- Eukariotik
- Prokariotik

Tabel 2.1 Perbedaan Ciri-Ciri Prokariotik dan Eukariotik

Karakter	Organisme Prokariotik (Monera)		Organisme Eukariotik
	Eubacteria	Archaeobacteria	
Membran inti	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Organel sel bermembran	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Peptidoglikan pada dinding sel	Ada	Tidak ada	Tidak ada
Sensitivitas antibiotik	Pertumbuhan dihambat oleh Streptomycin dan Chloramphenicol	Tidak terhambat oleh antibiotik tersebut	Tidak terhambat oleh antibiotik tersebut
Membran lemak	Rantai karbon tunggal	Rantai karbon bercabang	Rantai karbon tunggal
RNA Polimerase	Satu macam	Beberapa macam	Beberapa macam
Asam amino inisiator untuk awal sintesis protein	Formyl methionine	Methionin	Methionin

Sumber: Biology, 1998

Oleh karena ukurannya yang kecil dan kemampuannya untuk bereproduksi dengan sangat cepat, anggota kingdom Monera menjadi makhluk hidup yang paling melimpah di bumi ini. Misalnya, *Escherichia coli* yang dapat bereproduksi melalui pembelahan biner setiap 15 menit sekali dan kisaran habitatnya yang luas.

Bakteri dapat ditemui hampir di setiap jenis lingkungan yang ada di bumi, mulai dari dasar laut, di dalam batuan karang, dan daratan. Struktur seperti bakteri telah ditemukan pada sebuah meteor Martian yang berusia lebih dari tiga miliar tahun yang lalu. Jika hal tersebut benar-benar fosil, maka diperkirakan bakteri telah hidup di Bumi dan Mars. Namun, hal tersebut masih harus diteliti lebih lanjut.

1. Eubacteria (Bakteri)

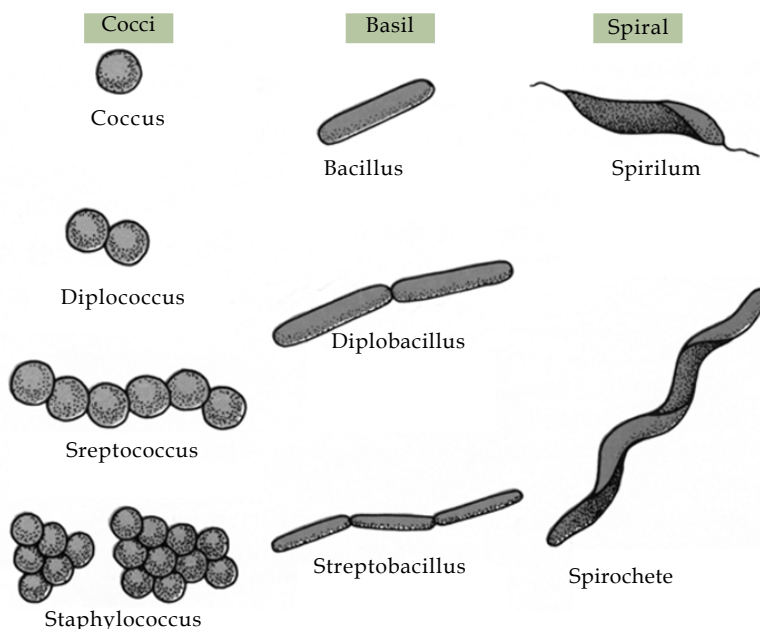
Bakteri merupakan organisme bersel tunggal yang hidup bebas di mana-mana. Bakteri berukuran sangat kecil, yaitu hanya 0,2–10 mikrometer (1 mikrometer = 1/1000 milimeter).

Bakteri memegang peranan penting dalam kehidupan di bumi. Kehidupan makhluk hidup lain, seperti hewan, tumbuhan, dan manusia sangat bergantung pada bakteri. Bakteri berguna dalam mendegradasi atau merombak sampah dan jasad mati. Bakteri juga berguna untuk mengubah komponen-komponen organik menjadi anorganik agar dapat diserap oleh tumbuhan.

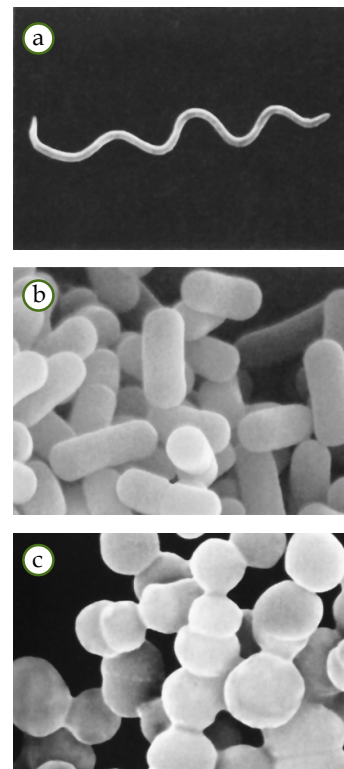
a. Bentuk Bakteri

Bakteri mempunyai bentuk yang bermacam-macam. Bentuk bakteri yang paling dikenal adalah batang atau **basil** (tunggal: basilus), bulat atau **cocci** (tunggal: coccus), dan spiral atau **spirila** (tunggal: spirillum) (**Gambar 2.9**).

Bakteri coccus ada yang tersusun sendiri (**monococcus**) atau berkelompok. Bentuk kelompok bakteri, yaitu bergandengan (**diplococcus**), untaian anggur (**staphylococcus**), rantai (**streptococcus**), dan tersusun delapan-delapan (**sarcina**). Bakteri bacillus ada yang berdiri sendiri (**monobacillus**), berpasangan (**diplobacillus**), dan membentuk rantai (**streptobacillus**). Bakteri spiral ada yang berbentuk koma (**vibrio**), spiral, dan spiroseta (**spirochete**). Perhatikan **Gambar 2.10**.



Sumber: Heath Biology, 1985



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

Gambar 2.9

Bakteri mempunyai bentuk yang bermacam-macam, yaitu (a) spiral, (b) batang, dan (c) bulat.

Kata Kunci

- Basil
- Cocci
- Spirila

Gambar 2.10

Berbagai bentuk pada bakteri.

Tokoh Biologi



Hans Christian J. Gram (1853-1938)

Dia adalah seorang ahli bakteri dari Denmark. Gram berjasa dalam pewarnaan bakteri sehingga bakteri dapat dibedakan dari dinding selnya. Pewarnaan ini disebut pewarnaan Gram. Dari pewarnaan ini diklasifikasikan menjadi dua jenis bakteri, yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif.

Sumber: Concise Encyclopedia of Biology, 1994

Kata Kunci

- Endospora
- Fimbriae
- Flagela
- Gram negatif
- Gram positif
- Peptidoglikan

Gambar 2.11

Struktur tubuh bakteri secara umum.

Apa manfaat flagel?

Kegiatan 2.1

Pengamatan Bakteri

Tujuan

Mengamati bentuk bakteri

Alat dan Bahan

Tusuk gigi, kaca objek, kaca penutup, lampu spiritus, dan metilin biru

Langkah Kerja

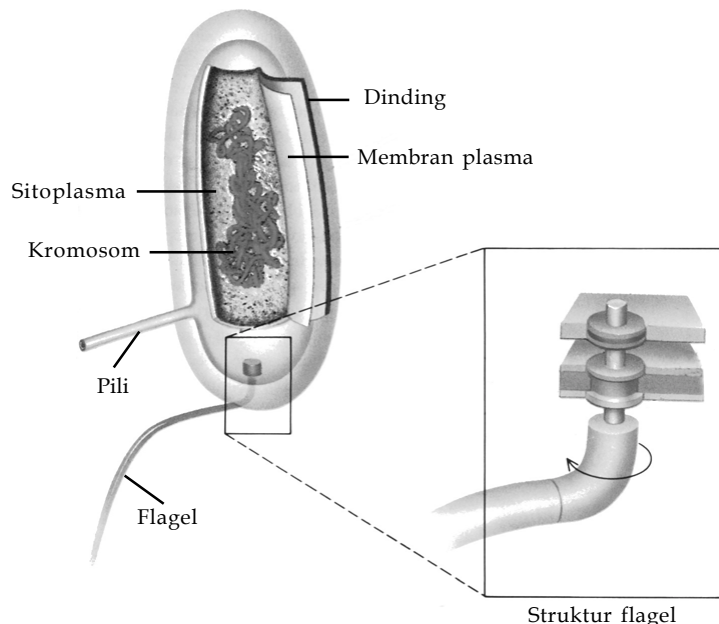
1. Ambil kotoran gigi Anda menggunakan tusuk gigi. Lalu, oleskan pada kaca objek.
2. Teteskan metilin biru dan diamkan selama 8 menit. Hangatkan preparat di atas api. Jangan terlalu panas, karena dapat merusak bentuk bakteri.
3. Setelah dingin, bilas dengan akuades. Kemudian, keringkan dengan bantuan kertas tisu dan tutup dengan kaca penutup. Amati hasilnya dengan mikroskop. Gambarkan hasil pengamatan Anda dalam buku catatan.
4. Diskusikan hasil yang Anda dapat bersama kelompok Anda. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Bentuk bakteri apa yang Anda temukan?
2. Lakukan kegiatan seperti ini dengan menggunakan kotoran gigi Anda. Apakah yang Anda temukan?

b. Struktur Tubuh Bakteri

Bakteri mempunyai tiga komponen pada tubuhnya, yaitu dinding sel, membran plasma, dan sitoplasma (**Gambar 2.11**). Dinding sel bakteri mengandung material yang disebut **peptidoglikan**. Peptidoglikan disusun oleh rantai gula yang berikatan dengan peptida (rantai pendek asam amino).



Sumber: Biology: the Unity & Diversity of Life, 1995

Pewarnaan Gram, salah satu teknik pewarnaan, dapat membedakan dua tipe dinding sel yang menyusun bakteri. Dari sistem pewarnaan ini dapat diklasifikasikan dua jenis bakteri, yaitu **bakteri Gram positif** dan **bakteri Gram negatif**. Dinding sel pada bakteri Gram negatif memiliki tambahan plasma membran dalam strukturnya. Membran luar ini terkadang toksik (beracun) bagi hewan dan dapat menimbulkan penyakit. Antibiotik penisilin bekerja paling baik untuk bakteri Gram negatif.

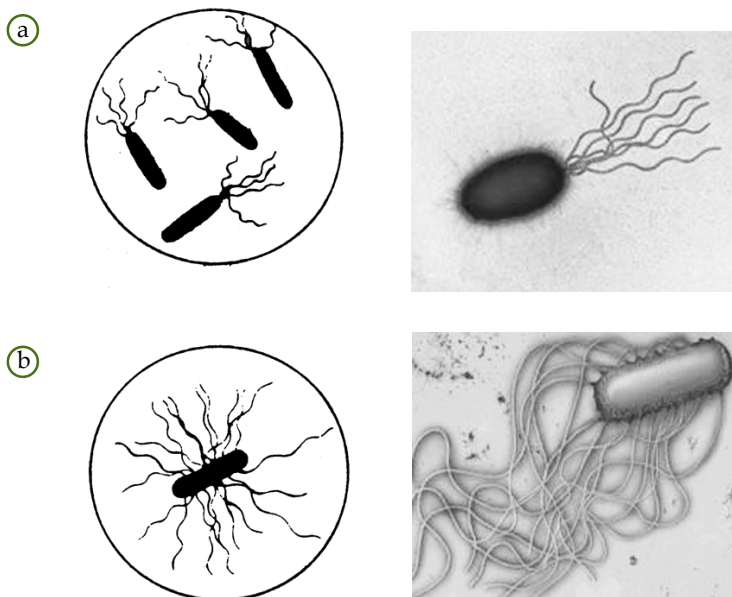
Pada dinding sel bakteri, terdapat kapsul atau lapisan berlendir yang tersusun atas polisakarida atau protein. Kapsul, lapisan berlendir, dan *pili* (fimbriae) membantu bakteri bertahan hidup dalam lingkungan tertentu. Kapsul membantu agar bakteri dapat bertahan dari sistem imun hewan inangnya. Lapisan berlendir memungkinkan bakteri dapat menempel dalam jumlah banyak pada permukaan halus gigi dan menimbulkan kebusukan gigi. Jenis bakteri berlendir ini menyebabkan *dental plaque* (plak gigi).

Beberapa bakteri memiliki semacam rambut halus di sekujur tubuhnya yang disebut *pili* (tunggal: pilus) atau **fimbriae** (tunggal: fimbria). Beberapa bakteri patogen menginfeksi sel inang dengan cara menempel pada membran sel inang menggunakan pilinya, misalnya bakteri penyebab gonorrhoe. Beberapa bakteri juga memiliki piliseksual yang digunakan untuk bereproduksi secara seksual (**gambar 2.12**).

Beberapa bakteri dilengkapi dengan **flagela** (tunggal: flagelum). Dengan flagela memungkinkan bakteri menyebar di habitat baru, melakukan migrasi menuju sumber nutrisi, atau meninggalkan lingkungan yang tidak memungkinkan. Namun, terdapat beberapa bakteri yang bergerak tanpa flagela. Bakteri tanpa flagela bergerak dengan cara berguling dan mengalir terbawa arus.

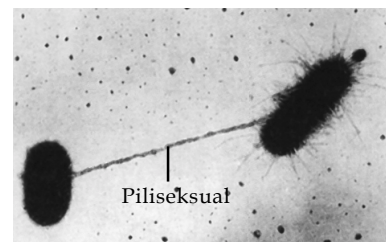
Jumlah dan letak flagela pada bakteri berbeda-beda. Berdasarkan hal tersebut, bakteri dibedakan sebagai berikut.

1. Monotrik, terdapat satu flagela pada salah satu ujung bakteri.
2. Amfitrik, terdapat flagela satu ataupun banyak pada kedua ujung bakteri,
3. Lofotrik, terdapat banyak flagela pada salah satu ujung bakteri (**Gambar 2.13a**).
4. Peritrik, terdapat banyak flagela di seluruh tubuh bakteri (**Gambar 2.13b**).



Sumber: www.ehagroup.com www.esmas.com

Dengan adanya flagela, bakteri dapat merespons berbagai rangsang tingkah laku atau pergerakan yang disebut **taksis**. Beberapa jenis bakteri melakukan **kemotaksis**, bergerak menuju rangsang kimia yang diberikan oleh makanan atau menjauhi rangsang kimia yang diberikan oleh bahan kimia toksik. Beberapa bakteri melakukan **fototaksis**, bergerak menuju atau menjauhi cahaya, bergantung lingkungan yang mereka butuhkan. Beberapa bakteri flagelata adalah *magnetotactic*. Bentuk ini dapat mendeteksi daerah



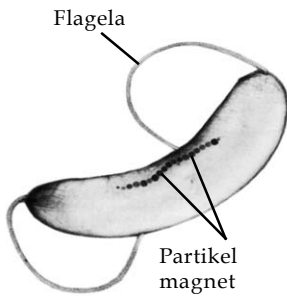
Sumber: Biology: the unity & diversity of Life, 1995

Gambar 2.12

Pili seksual pada bakteri berguna untuk melakukan reproduksi seksual.

Gambar 2.13

Bentuk dan jumlah flagela pada bakteri. (a) Flagela tipe lofotrik, contohnya pada *Pseudomonas fluorescens* dan (b) flagela tipe peritrik, contohnya *Salmonella* sp.



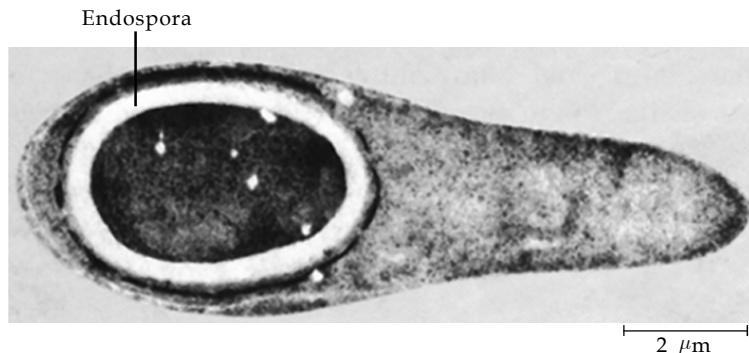
Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

Gambar 2.14

Bakteri yang memiliki partikel magnetik, contohnya adalah *A. uaspirillum magnetotacium*.

magnetik pada bumi. Hal ini disebabkan adanya bentuk magnet kecil berupa kristal besi pada sitoplasma mereka (**Gambar 2.14**). Adanya alat sensor yang unik ini memungkinkan bakteri tersebut bergerak menurun menuju lingkungan sedimen akuatik dengan bantuan flagela mereka.

Ketika kondisi lingkungan sudah tidak mendukung lagi, pada banyak bakteri berbentuk batang, tubuh mereka dilindungi dengan struktur yang disebut **endospora**. Endospora artinya spora yang terbentuk di dalam bakteri (**Gambar 2.15**).



Sumber: Biology: the Unity & Diversity of Life, 1995

Gambar 2.15

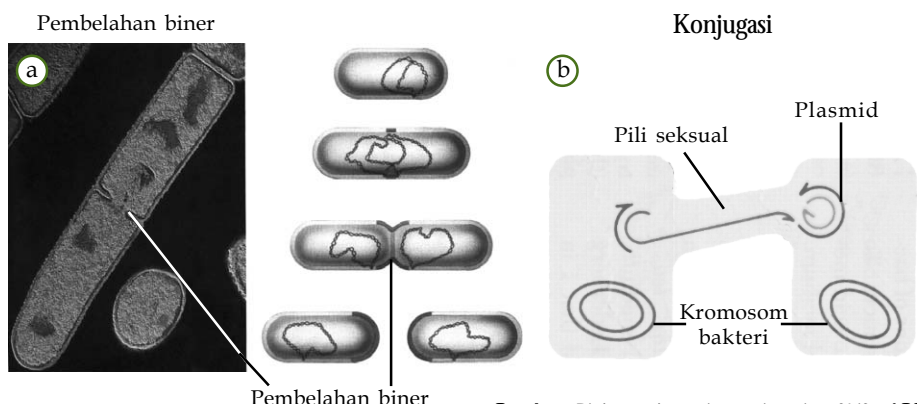
Endospora bakteri.

Dalam keadaan ini, aktivitas metabolisme terhenti. Endospora merupakan struktur resisten yang memungkinkan bakteri bertahan dalam kondisi yang tidak menguntungkan. Bahkan, beberapa bakteri dapat bertahan pada suhu mendidih dalam waktu satu jam atau lebih, sedangkan yang lainnya dapat tetap hidup di dalam usus mumi yang berumur 2.000 tahun. Endospora merupakan agen penyebaran bakteri karena mereka dapat terbawa dalam jarak yang jauh di udara atau air. Kemudian, memproduksi bakteri baru secara cepat ketika memasuki lingkungan yang menguntungkan.

c. Reproduksi Bakteri

Sebagian besar bakteri melakukan reproduksi aseksual melalui proses pembelahan sederhana yang disebut **pembelahan biner** (**Gambar 2.16a**). Proses ini mampu mereproduksi salinan genetik dari sel induk secara tepat. Pada kondisi yang ideal, bakteri dapat membelah satu kali setiap 20 menit atau sekitar 1×10^{21} anakan baru setiap harinya. Reproduksi yang cepat ini memungkinkan bakteri dapat berkembang biak menjadi sangat banyak dalam lingkungan yang menguntungkan seperti di tempat berlumpur atau makanan yang lembap.

Bakteri juga dapat bereproduksi dengan cara **konjugasi**. Beberapa konjugasi bakteri menggunakan pili seksual. Proses konjugasi dapat memproduksi kombinasi genetik baru dan menghasilkan bakteri dengan sifat baru (**Gambar 2.16b**).



Sumber: Biology: the Unity & Diversity of Life, 1995

Gambar 2.16

Reproduksi pada bakteri.
(a) Pembelahan biner pada bakteri *Bacillus*.
(b) Perpindahan materi genetik yang terjadi selama konjugasi (reproduksi seksual).

d. Pengelompokan Eubacteria

Menurut Campbell (1998: 510), Eubacteria dibagi menjadi lima kelompok, yaitu Proteobacteria, bakteri Gram positif, Cyanobacteria, Spirochetes, dan Chlamydias.

1) Proteobacteria

Proteobacteria dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu bakteri ungu kemoautotrof, Proteobacteria kemoautotrof, dan Proteobacteria kemoheterotrof.

2) Bakteri gram positif

Kelompok bakteri ini beberapa anggotanya dapat berfotosintesis dan sebagian lagi ada yang bersifat kemoheterotrof. Dapat berbentuk endospora ketika keadaan lingkungan kurang menguntungkan. Contoh bakteri ini misalnya *Clostridium* dan *Bacillus*.

3) Spirochetes

Bakteri ini memiliki bentuk sel heliks, memiliki panjang sampai 0,25 mm. Kelompok bakteri ini bersifat kemoheterotrof. Ada yang hidup bebas dan ada yang patogen seperti *Treponema pallidum* yang menyebabkan sifilis.

4) Chlamydias

Bakteri ini merupakan patogen beberapa penyakit. Energi untuk beraktivitas diperoleh dari inangnya. Contohnya adalah *Chlamydias trachomatis*.

5) Cyanobacteria

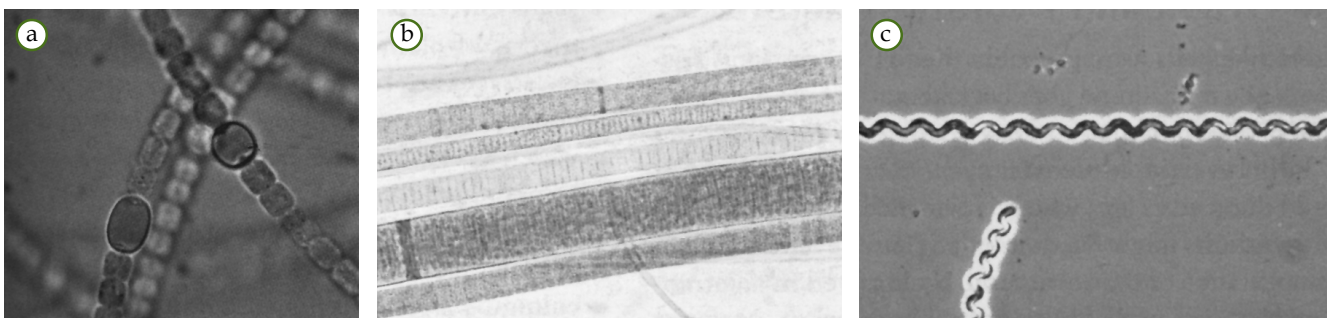
Cyanobacteria dahulu dikenal dengan nama ganggang hijau-biru (*blue-green algae*) serta dimasukkan dalam kelompok alga eukariotik. Akan tetapi, belakangan diketahui bahwa alga ini termasuk prokariotik. Oleh karena itulah, ganggang hijau-biru sekarang disebut Cyanobacteria dan dikelompokkan ke dalam Eubacteria.

Cyanobacteria ada yang bersel satu dan ada yang bersel banyak. Cyanobacteria memiliki klorofil yang tersebar di dalam plasma sel dan berpigmen fikobilin, yaitu fikosianin (pigmen biru) dan fikoeritrin (pigmen merah). Akan tetapi, fikosianin lebih dominan sehingga Cyanobacteria dahulu disebut ganggang hijau-biru.

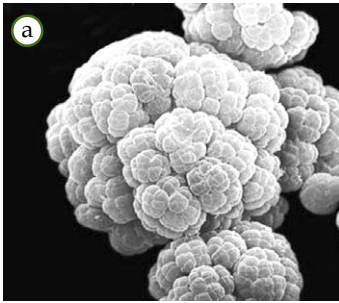
Cyanobacteria hidup di berbagai habitat. Ada yang hidup di air tawar dan air laut. Bahkan suhunya pun berbeda-beda, dari yang bersuhu dingin, tropis, bahkan ada yang tahan hidup di air panas. Cyanobacteria berkembang biak dengan membelah, fragmentasi, atau dengan spora. Contoh dari Cyanobacteria adalah *Nostoc*, *Chlorococcus*, *Oscillatoria*, dan *Anabaena*. Perhatikan **Gambar 2.17**.

Gambar 2.17

Contoh Cyanobacteria.
(a) *Anabaena*, (b) *scillatoria*,
dan (c) *Spirulina*.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006



Sumber: www.visualunlimited.com;
www.lbl.gov

Gambar 2.18

(a) Salah satu bakteri metanogenik, *Methanosarcina* sp. (b) Bakteri Termofilik dapat hidup di rekahan dasar laut.

Kata Kunci

- Halofilik
- Metanogenik
- Termofilik

2. Archaeobacteria

Kelompok Archaeobacteria merupakan organisme yang menempati daerah yang ekstrim seperti sumber air panas dan air dengan kadar garam (salinitas) tinggi. Para ilmuwan mengelompokkan Archaeobacteria ke dalam tiga kelompok, yaitu **Metanogenik**, **Halofilik** dan **Termofilik** (Start and Taggart, 1995: 352).

a. Metanogenik

Kelompok Archaeobacteria ini bersifat anaerobik dan kemosintetik. Bakteri ini memperoleh makanan dengan mereduksi CO₂ menggunakan H₂ menjadi metana (CH₄). Hidup di rawa-rawa dan danau yang kekurangan oksigen karena konsumsi mikroorganisme lain. Metanogenik juga berperan dalam pembusukan sampah dan kotoran ternak. Metanogenik merupakan bakteri utama dalam pembentukan biogas atau gas metana. Beberapa bakteri metanogenik bersimbiosis dalam rumen herbivora dan hewan pengonsumsi selulosa lainnya. Contohnya *Methanosarcina mazei* (**Gambar 2.18a**).

b. Halofilik

Bakteri Halofilik (*halo*: garam, *philis*: suka) ini hidup pada lingkungan dengan kadar garam tinggi dan sebagian memerlukan kadar garam 10 kali lebih tinggi daripada air laut untuk dapat hidup. Beberapa bakteri halofilik dapat berfotosintesis dan memiliki zat warna yang disebut *bacteriorhodopsin*.

c. Termofilik

Sesuai dengan namanya (*thermo*: panas, *philis*: suka), Archaeobacteria ini hidup di tempat dengan suhu 60°C hingga 80°C. Beberapa bakteri termofilik mampu mengoksidasi sulfur, seperti *Sulfolobus* yang hidup di mata air sulfur. Bahkan, beberapa spesies mampu hidup dekat rekahan dasar laut dengan suhu 105°C (**Gambar 2.18b**).

3. Peranan Bakteri bagi Kehidupan Manusia

Bakteri pada umumnya adalah heterotrof. Namun, ada juga bakteri yang autotrof, seperti bakteri kemosintetik. Bakteri ini mendapat energi melalui reaksi kombinasi oksigen dengan molekul anorganik, seperti sulfur, nitrit, atau amonia. Dalam prosesnya, mereka melepaskan sulfur atau nitrat, yang merupakan nutrisi penting bagi tumbuhan, ke dalam tanah.

Beberapa bakteri juga memiliki kemampuan untuk memecah selulosa, komponen utama pembentuk dinding sel tumbuhan. Terdapat bakteri yang memiliki simbiosis (hubungan hidup bersama) dengan mamalia ruminansia (memamah biak, seperti sapi, kambing, domba). Bakteri ini hidup di saluran pencernaan hewan memamah biak dan membantu mencerna makanan berserat seperti rerumputan yang tidak dapat dicerna sendiri oleh hewan tersebut. Simbiosis bakteri ini juga terdapat di dalam pencernaan Anda. Bakteri ini menguraikan makanan yang tidak dapat tercerna dan mensintesis vitamin seperti vitamin K dan B₁₂.

Cyanobacteria mempunyai peranan dalam kehidupan manusia. Misalnya, dalam ekosistem, Cyanobacteria berperan sebagai produsen dan makanan bagi ikan-ikan kecil dan udang-udang kecil. Cyanobacteria juga dapat dijadikan makanan. Contohnya *Spirulina* yang dapat dijadikan sumber makanan alternatif dikarenakan kandungan proteinnya yang tinggi.

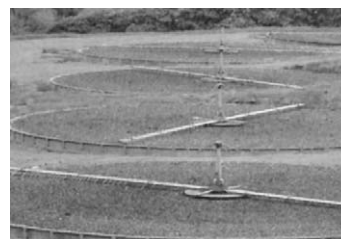
Anabaena, Cyanobacteria bersel satu, dapat bersimbiosis dengan paku air *Azolla pinnata*. *Anabaena* mengikat nitrogen bebas dari udara sehingga perairan cukup mengandung senyawa nitrogen yang dapat langsung digunakan oleh tumbuhan lain. *Anabaena* dapat ditemukan di sawah-sawah yang berair atau kolam yang dangkal.

Wawasan Biologi

Ketika kapal tanker Valdez menumpahkan 11 juta galon minyak mentah di Alaska, peneliti dari Exxon menyemprotkan populasi bakteri pengurai kepada tumpahan minyak tersebut. Dalam 15 hari, tumpahan minyak tersebut sudah terdegradasi dengan baik.



Sumber: Biology: Concepts & Connection, 2006



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

Gambar 2.19

Instalasi pembuangan limbah ini menggunakan bakteri sebagai pengurai limbah.

Bagaimana mekanismenya?

Jenis simbiosis lain terjadi pada tumbuhan Leguminosae dengan bakteri pengikat nitrogen yang hidup pada nodul akar tumbuhan tersebut. Bakteri ini menangkap gas nitrogen (N_2) yang tidak dapat digunakan secara langsung oleh tumbuhan dari udara dalam tanah. Kemudian, bakteri tersebut menggabungkan nitrogen dengan hidrogen untuk menghasilkan amonium (NH_4^+) yang merupakan nutrisi penting bagi tumbuhan.

Bakteri juga memiliki peranan yang penting dalam produksi makanan bagi manusia, seperti dalam pembuatan keju, yoghurt, cuka, dan asinan. Pada umumnya, proses produksi makanan dilakukan dengan bantuan bakteri melalui proses **fermentasi**. Proses fermentasi merupakan proses perombakan senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana secara enzimatis dan anaerobik. Dalam proses **anaerobik** tidak memerlukan oksigen, sedangkan **aerobik** memerlukan adanya oksigen.

Beberapa bakteri heterotrofik menggunakan energi dengan memecah molekul organik yang kompleks (molekul yang mengandung karbon). Manusia telah mampu memproduksi berbagai bahan berguna, namun dapat berbahaya pula bagi lingkungan, misalnya detergen dan larutan beracun benzen. Bakteri dapat mendegradasi bahan-bahan berbahaya ini. Istilah **biodegradable** (artinya dapat dipecah oleh makhluk hidup) menunjukkan hasil kerja dari bakteri pengurai bahan-bahan tersebut. Penggunaan agen hayati sebagai pengurai limbah disebut **bioremediasi** (Gambar 2.19).

Bakteri juga memegang peranan penting dalam siklus hidup ekosistem. Bakteri memecah sampah dan jasad mati dari tumbuhan dan hewan serta melepaskan nutrisi penting untuk digunakan kembali oleh makhluk hidupnya.

Selain memiliki berbagai manfaat, bakteri juga ada yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Bakteri penyebab penyakit disebut juga bakteri **patogen**. Bakteri ini menyintesis substansi beracun yang dapat menyebabkan penyakit. Contohnya, *Clostridium tetani* dan *Clostridium botulinum* yang menyebabkan tetanus dan botulism (keracunan makanan yang dapat menyebabkan kematian). Bakteri anaerob ini dapat bertahan hidup dalam bentuk spora apabila berada di lingkungan yang tidak menguntungkan.

Spora *Clostridium tetani* memasuki tubuh melalui luka atau tusukan. Setelah luka menutup, spora bakteri akan pecah. Ketika mereka melakukan perbanyakan diri, bakteri melepaskan racun yang memasuki aliran darah.

Karena sifat patogen dan dapat menyebabkan kematian, banyak bakteri yang disalahgunakan. Penggunaan bakteri sebagai senjata biologis dikembangkan oleh militer dan telah banyak menimbulkan korban jiwa. Bakteri *Yersinia pestis*, penyebab penyakit pes, telah digunakan pada perang pada abad pertengahan.

Tugas Ilmiah 2.1

Bersama teman sebangku Anda, buatlah daftar tabel berbagai jenis bakteri yang menguntungkan serta manfaatnya. Carilah sumber dari buku, majalah, koran, dan internet. Anda juga dapat bertukar informasi dengan teman lainnya untuk melengkapi tabel yang Anda buat. Jangan lupa untuk mencantumkan sumber yang Anda gunakan. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

Soal Penguasaan Materi 2.2

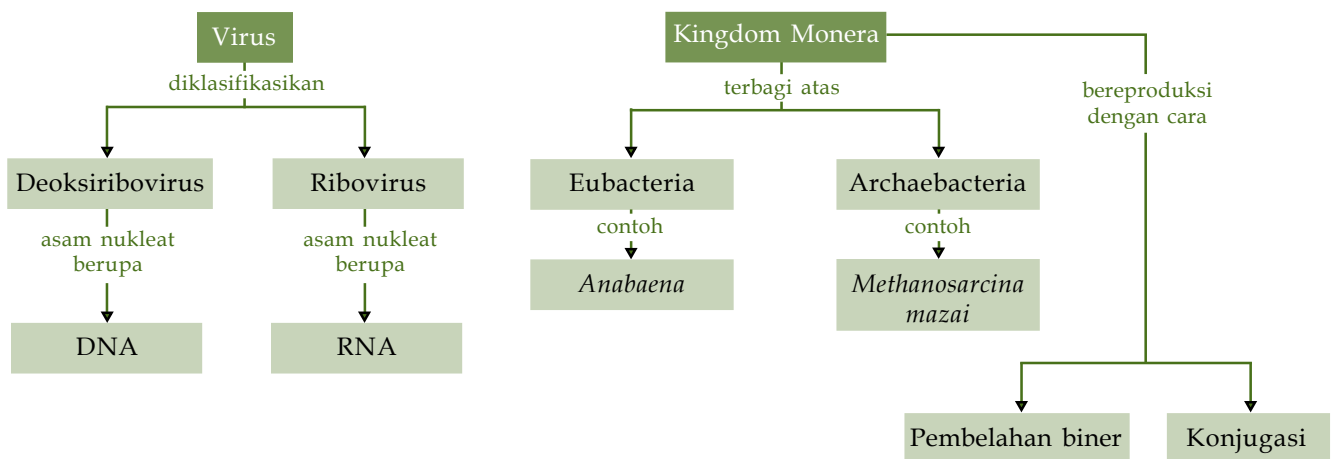
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Sebutkan ciri-ciri kingdom Monera.
2. Mengapa makanan harus dimasak matang?
3. Sebutkan salah satu penyakit dan bakteri yang menimbulkan penyakit tersebut.

Rangkuman

1. Virus memiliki struktur tubuh sederhana yang terdiri dari DNA atau RNA. Oleh karenanya virus diklasifikasikan menjadi ribovirus dan deoksi-ribovirus.
2. Virus memiliki beberapa cara reproduksi, yaitu melalui daur litik dan daur lisogenik.
3. Virus dapat dikelompokkan berdasarkan tipe asam nukleat yang dimiliki menjadi deoksiribovirus yang mengandung DNA dan ribovirus yang mengandung RNA.
4. Kingdom Monera terdiri atas Eubacteria (bakteri) dan Archaeobacteria.
5. Monera merupakan makhluk hidup prokariot satu sel.
6. Eubacteria merupakan kelompok makhluk hidup satu sel prokariot yang memiliki peptidoglikan pada dinding selnya. Cyanobacteria termasuk dalam Eubacteria.
7. Archaeobacteria merupakan bakteri yang lebih primitif. Archaeobacteria adalah makhluk hidup satu sel prokariot yang tidak memiliki peptidoglikan pada dinding selnya. Archaeobacteria dapat dibedakan atas Metanogenetik, Halofilik, dan Termofilik. Sesuai dengan namanya, bakteri Metanogenik menghasilkan gas metana; bakteri Halofilik menyukai lingkungan dengan kadar garam tinggi; bakteri Termofilik menyukai lingkungan dengan suhu tinggi.

Peta Konsep



Kaji Diri

Dapatkah Anda memahami bab ini? Apakah Anda menemui kesulitan dalam memahami materi bab ini? Jika menemukannya, Diskusikan bersama guru Anda atau teman Anda.

Dalam bab ini, Anda telah mempelajari virus dan kingdom Monera yang didominasi oleh makhluk hidup mikroskopis. Tidak terbayangkan, bukan? Makhluk yang kecil dan kasat mata, seperti virus dan Monera ini banyak yang merupakan penyebab

penyakit pada manusia. Oleh karena itu, jagalah lingkungan dan badan Anda agar tetap bersih dan terhindar dari berbagai penyakit yang disebabkan anggota kedua kingdom ini.

Akan tetapi, selain mengakibatkan berbagai penyakit. Anggota kingdom ini juga dapat membawa manfaat, seperti sebagai produsen di lautan dan pengurai berbagai limbah pencemaran lingkungan.

Evaluasi Materi Bab 2

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Virus tergolong ke dalam makhluk tak hidup sebab virus
 - a. mempunyai RNA atau DNA
 - b. dapat dikristalkan
 - c. mampu mereplikasi diri
 - d. hidup pada jaringan hidup
 - e. terdiri dari senyawa organik
2. Vaksin yang diberikan melalui mulut berguna dalam meningkatkan imunitas terhadap penyakit cacar yaitu vaksin
 - a. rabies
 - b. campak
 - c. cacar
 - d. polio
 - e. influenza
3. Pendapat yang menyatakan bahwa virus merupakan benda mati disebabkan oleh faktor-faktor berikut, *kecuali*
 - a. tidak melakukan metabolisme
 - b. ukuran sangat kecil
 - c. dapat dibuat kristal
 - d. tidak berupa sel
 - e. memperbanyak dengan replikasi
4. Fase lisogenik dalam tubuh bakteri disebabkan
 - a. profage tidak aktif
 - b. imunitas bakteri tinggi
 - c. fage aktivitasnya aktif
 - d. kelainan fungsi DNA
 - e. kelainan fungsi RNA
5. Orang yang menderita AIDS mudah terserang penyakit lain sebab
 - a. rapuhnya sistem kekebalan
 - b. virus HIV membantu penyakit lain
 - c. aktivitas antibodi meningkat
 - d. jumlah vaksin menurun
 - e. virus HIV cepat berkembang
6. *Lactobacillus thermophilus* adalah sejenis bakteri yang sangat menguntungkan, karena berguna untuk memproduksi
 - a. biogas
 - b. pupuk
 - c. kecap
 - d. yoghurt
 - e. nata de coco
7. Guna mencegah terjadinya pembusukan, pedagang ikan sering menyimpan ikannya dengan balok es. Penggunaan es ini bertujuan
 - a. mematikan bakteri dan spora
 - b. menghilangkan aktivitas bakteri
 - c. menetralkan racun yang dihasilkan oleh bakteri
 - d. membunuh bakteri patogen
 - e. mengurangi aktivitas bakteri

8. Gambar di bawah ini adalah bentuk bakteri

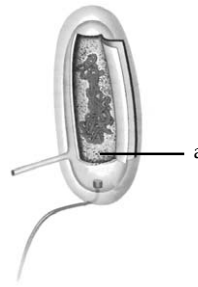


- a. diplococcus
 - b. staphylococcus
 - c. streptococcus
 - d. tetracoccus
 - e. sarcina
9. Kandungan spesifik dinding sel bakteri adalah
 - a. peptidoglikan
 - b. selulosa
 - c. kitin
 - d. pektin
 - e. lignin
 10. Bakteriofage adalah virus yang menyerang
 - a. manusia
 - b. tanaman
 - c. tanaman dan manusia
 - d. hewan
 - e. bakteri
 11. Pada bakteriofage, bagian yang berisi DNA adalah
 - a. kapsid
 - b. ekor
 - c. kepala
 - d. serat ekor
 - e. isi
 12. Berikut ini yang *bukan* merupakan media bagi penularan virus adalah
 - a. makanan
 - b. minuman
 - c. udara pernapasan
 - d. transfusi darah
 - e. pakaian
 13. Perbedaan antara Ribovirus dan Deoksiribovirus adalah
 - a. kepala
 - b. ekor
 - c. isi
 - d. asam nukleatnya
 - e. kapsid
 14. Saat virus masuk ke dalam makhluk hidup atau jaringan hidup, bagian tubuh virus yang masuk adalah
 - a. kapsid
 - b. ekor
 - c. leher
 - d. kepala
 - e. DNA
 15. Berikut adalah penyakit yang disebabkan oleh virus pada manusia, *kecuali*

- a. polio
- b. influenza
- c. HIV
- d. herpes
- e. tungro

16. Jika kondisi lingkungan *tidak* menguntungkan maka bakteri akan membentuk
- a. kapsid
 - b. flagel
 - c. endospora
 - d. dinding sel
 - e. membran sel
17. Bakteri *Salmonella typhii* memiliki struktur flagella
- a. amfitrik
 - b. monotrik
 - c. lofotrik
 - d. peritrik
 - e. simpatrik
18. Reproduksi seksual pada bakteri dengan cara
- a. pembelahan biner
 - b. membelah diri
 - c. fragmentasi
 - d. duplikasi
 - e. konjugasi

19. Perhatikan gambar berikut.



Huruf a pada gambar adalah ...

- a. membran plasma
 - b. dinding sel
 - c. flagela
 - d. sitoplasma
 - e. kromosom
20. Organisme yang mampu mengurai sampah atau bahan-bahan berbahaya adalah
- a. *Escherichia coli*
 - b. jangkrik
 - c. bakteri
 - d. virus
 - e. kepiting

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.

1. Sebutkan ciri-ciri virus.
2. Jelaskan proses daur litik pada virus.
3. Mengapa bakteri termasuk makhluk hidup prokariotik?
4. Apakah perbedaan antara bakteri Gram negatif dan bakteri Gram positif?
5. Jelaskan peranan bakteri bagi kehidupan manusia.

Soal Tantangan

1. Penyakit tipus banyak melanda negara-negara berkembang. Setiap tahunnya 12,5 juta orang di dunia terserang tipus. Angka kejadian di Indonesia tidak jauh berbeda, yaitu mencapai 3–5 kasus per 1.000 penduduk setiap tahunnya. Sebanyak 10% dari jumlah kasus yang terjadi di Indonesia berakhir dengan kematian (Media Indonesia, 3 maret 2004). Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Apakah penyebab penyakit tipus? Bagaimana cara pencegahannya?
2. Ketika musim penghujan datang, penderita demam berdarah meningkat. Bahkan, rumah sakit harus menyediakan tambahan tempat tidur untuk pasien demam berdarah. Penyakit ini tidak kenal usia, dapat menyerang orang dewasa, anak-anak, maupun balita. Demam berdarah ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Apakah demam berdarah itu? Bagaimana menanganinya? Usaha apa yang dapat dilakukan untuk mencegah demam berdarah?

Kegiatan Semester 1

Membuat Yoghurt

Banyak orang suka minum susu tanpa gula, tetapi ada pula yang lebih suka minum air susu bergula. Di beberapa negara air susu sedikit masam merupakan minuman rakyat yang sangat digemari. Banyak orang yang beranggapan, bahwa minum susu sedikit masam menyebabkan awet muda. Air susu demikian itu di Mesir terkenal sebagai kumis, di Eropa Timur sebagai yoghurt.

Yoghurt adalah suatu minuman yang dibuat dari susu sapi dengan cara fermentasi oleh bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Bakteri ini adalah bakteri asam laktat yang mengubah laktosa dari susu biasa menjadi asam laktat.

Keasaman dari susu yang difermentasi pada umumnya cukup untuk mencegah kerusakan oleh bakteri proteolitik yang tidak tahan asam. Setelah mencapai tingkat keasaman dalam minuman tersebut maka dilakukan pendinginan.

Selain dibuat dari susu segar, yoghurt dapat juga dibuat dari susu krim (susu tanpa lemak) yang dilarutkan dalam air dengan perbandingan bergantung pada kekentalan produk yang diinginkan.

Yoghurt umumnya disajikan dengan menambah terlebih dahulu campuran lain, seperti gula, sirup, ataupun kopi (ekstrak kopi). Penambahan campuran-campuran ini tergantung selera. Adanya campuran-campuran tersebut selain menambah kelezatan sering kali memperindah penampakan sehingga mempertinggi mutunya. Kadang-kadang dalam pembuatannya dapat ditambahkan aroma vanili, mocca, durian, dan nanas. Ini yang disebut *flavoured yoghurt*. Pada *flavoured yoghurt* cukup ditambah gula dan bisa langsung disajikan.

Produk-produk yang telah habis masa inkubasinya sebaiknya disimpan di lemari pendingin, karena dengan demikian fermentasi tidak berlangsung sehingga produk dapat disimpan lebih lama. Produk yang telah jadi dan bagus, dapat digunakan sebagai *starter* pada pembuatan yoghurt selanjutnya.

1. Membuat Kelompok

Bentuklah kelompok yang terdiri atas 4–5 orang.

2. Menyusun Jadwal Kegiatan

Susunlah jadwal kegiatan pembuatan yoghurt ini. Buatlah jadwal selama 4–5 minggu untuk persiapan alat dan bahan serta proses pengerjaan.

3. Alat dan Bahan

- Panci penangas
- Seperangkat alat titrasi
- Erlenmeyer 500 ml
- Termometer
- Pengaduk kaca
- Pembakar spiritus
- Gelas ukur
- Kertas *aluminium foil*
- Susu sapi

- j. Susu krim
- k. Bibit/*starter Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*
- l. NaOH
- m. Indikator *Phenolphthalein*

4. Cara Pengerjaan

- a. Pembuatan yoghurt
 - a. Panaskan 500 ml susu segar dengan cara memasukkan susu ke dalam *Erlenmeyer*. Kemudian, *Erlenmeyer* ini dimasukkan ke dalam paci besar yang telah berisi air (seperti membuat nasi tim) hingga suhunya kurang lebih 90°C selama 15 menit.
 - 2. Susu didinginkan sampai suhu mencapai 45°C, lalu ditambahkan *starter Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* sebanyak 3–5% sedikit demi sedikit sambil diaduk supaya larut.
 - 3. Campuran diletakkan ke dalam wadah-wadah steril yang sudah disiapkan, kemudian tutup dengan aluminium foil dan diinkubasikan pada suhu 43°C selama 4 jam atau pada suhu kamar selama 18 jam.
 - 4. Setelah inkubasi selesai, yoghurt yang dihasilkan segera didinginkan dalam lemari es atau dipastuerisasikan pada suhu 65°C selama 30 menit agar fermentasi tidak terus berlanjut.
 - 5. Pengamatan dilakukan dengan melihat harga pH, kandungan asam laktat, rasa, jumlah mikroba, protein, dan kandungan laktosanya.
 - 6. Jika akan dikonsumsi bisa dicampur dengan sirup atau dengan gula secukupnya.
- b. Pembuatan bibit (*starter*) yoghurt
 - 1. Campurkan susu segar dan susu bubuk skim (7,5% dari susu segar) hingga merata.
 - 2. Panaskan campuran susu tersebut dengan cara memasukkan susu ke dalam *Erlenmeyer*. Kemudian, *Erlenmeyer* ini dimasukkan ke dalam paci besar yang telah berisi air hingga suhunya kurang lebih 90°C selama 15 menit.
 - 3. Selanjutnya, dilakukan pendinginan sampai suhu mencapai kurang lebih 43°C.
 - 4. Masukkan bibit (*starter*) sebanyak 3–5% sedikit demi sedikit sambil diaduk supaya larut.
 - 5. Tutup dengan *aluminium foil*, peram hingga terjadi gumpalan padat pada suhu 43°C selama 4 jam atau pada suhu kamar selama 18–20 jam.
 - 6. Setelah pemeraman selesai, simpan dalam lemari es dan dikeluarkan hanya pada saat digunakan.

5. Penyusunan Laporan

Susunlah kegiatan Anda dalam bentuk laporan tertulis dan presentasikan hasilnya di depan kelas.