



MODUL BIOLOGI
(KES 102)

Materi Pertemuan 11
Berbagai Jenis Mikroorganisme

Disusun Oleh:
Reza Fadhillah, S.TP., M.Si

UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2018

Sejarah Mikrobiologi

Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang penggolongan mikroorganisme, peranannya pada lingkungan, serta produk yang dihasilkannya. Dalam praktiknya manusia telah memanfaatkan mikroorganisme, misalnya dalam proses fermentasi alkohol, jauh sebelum mereka memiliki pengetahuan tentang mikroorganisme itu sendiri.

A. PENGAMATAN MIKROORGANISME

Antonie van Leeuwenhoek, seorang pedagang dari Belanda adalah satu di antara orang-orang pertama yang mengamati mikroorganisme dengan lensa pembesar. Sejak tahun 1673, Leeuwenhoek menulis surat-surat yang menggambarkan makhluk-makhluk kecil yang disebutnya sebagai animalcule ke Royal Society of London. Melalui mikroskop sederhananya yang terdiri dari 1 lensa, Leeuwenhoek mengirimkan gambar-gambar animalcule dalam air hujan, larutan peppercorn dan korekan dari gigi.

Pada saat yang hampir bersamaan Robert Hooke, seorang Inggris, menggunakan mikroskop untuk mengamati tutup botol yang terbuat dari dinding sel tumbuhan yang sudah mati. Hooke menyebut pori-pori di antara dinding sel tersebut sebagai kotak kecil atau sel. Penemuannya tentang struktur tutup botol pada tahun 1665 tersebut adalah awal dari teori sel. Antara tahun 1838-1839, dua orang ilmuwan berkebangsaan Jerman, yaitu ahli botani Matthias Schleiden dan ahli zoologi Theodor Schwann telah mengumpulkan banyak informasi tentang sel-sel pada makhluk hidup. Hasil penelitian mereka menyimpulkan bahwa semua benda hidup terdiri dari selsel.

Penelitian-penelitian tentang struktur dan fungsi sel selanjutnya selalu berdasar pada teori ini yang merupakan titik tolak penting bagi biologi modern.

B. GENERASI SPONTAN

Setelah Leeuwenhoek menemukan animalcule maka masyarakat ilmiah menjadi tertarik mengamati asal-usul makhluk-makhluk kecil tersebut. Sampai dengan pertengahan abad kesembilan belas, teori generasi secara spontan (spontaneous generation) yang menyatakan bahwa kehidupan timbul secara spontan dari benda mati, masih banyak dianut. Fransisco Redi, ahli fisika dari Itali adalah salah satu penentang teori generasi spontan. Pada tahun 1668, Redi melakukan penelitian dengan mengisikan daging ke dalam 3 buah botol, kemudian ditutupnya dengan kain kasa. Kemudian, dia melakukan hal yang sama pada 3 buah botol lainnya, tetapi tutup botol-botol tersebut dibiarkan terbuka. Lalat terlihat dalam botol-botol terbuka, tetapi tidak dalam botol yang tertutup. Dari pengamatan ini Redi menyimpulkan dengan tepat bahwa bau dari daging yang membusuk menarik lalat, kemudian bertelur dan telur tersebut berkembang menjadi larva.

Pembuktian serupa dilakukan oleh Lazzaro Spalanzani (1729-1799) dan Theodor Schwan (1810-1882). Mereka menunjukkan bahwa ekstrak (jus) sayuran dan daging yang terlebih dahulu dipanaskan tidak menyebabkan tumbuhnya mikroorganisme. Percobaan mereka juga menunjukkan bahwa

udara dipenuhi oleh mikroorganisme yang bisa mengontaminasi jus di atas. Louis Pasteur (1822-1895) menunjukkan bahwa sejumlah mikroorganisme bertanggung jawab dalam proses fermentasi dan tidak lahir secara spontan dari jus. Dugaan Pasteur menyatakan bahwa mikroorganisme yang tumbuh pada jus atau ekstrak daging berasal dari udara. Untuk membuktikan hal itu Pasteur menyaring sejumlah besar udara dengan kain katun yang bersih. Kemudian, jumlah mikroba pada kain katun tersebut dibandingkan dengan mikroba yang ada pada kain katun bersih. Bukti yang sangat meyakinkan yang menolak teori generasi spontan juga diberikan oleh Pasteur pada tahun 1861. Pasteur menunjukkan bahwa larutan gula-protein yang telah dipanaskan dan diletakkan di dalam botol berleher angsa yang juga dipanaskan tidak bisa ditumbuhi oleh mikroba meskipun botol tersebut tidak tertutup (Gambar 1.1). Dugaan Pasteur bahwa mikroba dari udara tidak bisa mencapai larutan karena terperangkap pada leher sempit panjang tersebut terbukti karena jika botol dimiringkan sehingga larutan menyentuh leher botol tersebut, mikroba tumbuh dalam larutan. Meskipun demikian, banyak peneliti yang tidak bisa mengulangi hasil Pasteur sehingga mereka masih mempertahankan teori generasi spontan. Adanya pertumbuhan mikroba dalam larutan yang telah dipanaskan, kemudian bisa diterangkan karena beberapa mikroba memang sangat tahan panas.



Gambar 1.1
Botol Berleher Angsa untuk Percobaan Pasteur

C. PROSES TINDALISASI

Pada tahun 1877, ahli fisika Inggris John Tyndall menunjukkan bahwa mikroba yang tahan panas tidak bisa dimusnahkan dengan pendidihan. Pada saat yang sama Ferdinand Cohn, seorang ahli botani dari Jerman menemukan bahwa bakteri tahan panas bisa membentuk endospora. Tyndall mengembangkan teknik pemanasan bertahap yang dapat memusnahkan mikroba tahan panas. Dengan teknik ini larutan dididihkan dan didinginkan sehingga endospora yang tahan panas akan tumbuh, kemudian dididihkan lagi. Proses pendidihan dan pendinginan diulang berkali-kali dan metode ini disebut Tindalisasi.

D. TEORI MIKROBA PEYEBAB PENYAKIT (THE GERM THEORY OF DISEASE)

Louis Pasteur dan Robert Koch adalah orang-orang pertama yang menghubungkan mikroorganisme dan penyakit. Hasil penelitian mereka melahirkan Teori Mikroba Penyebab Penyakit. Pasteur membuat vaksin, yaitu mikroba penyebab penyakit yang dilemahkan untuk mencegah terjadinya penyakit. Dengan menyuntikkan vaksin ke dalam tubuh hewan percobaan, Pasteur berhasil mendapatkan hewan-hewan yang tahan terhadap penyakit-penyakit erysepela pada babi, cholera pada ayam, anthrax dan rabies. Koch (1843-1910) menemukan bukti-bukti yang sangat kuat bahwa penyakit anthrax yang mematikan sapi disebabkan oleh bakteri. Beliau mengamati adanya bakteri berbentuk batang pada limpa dan darah sapi yang terkena anthrax yang tidak terdapat pada limpa atau pun darah sapi sehat. Koch juga berhasil membiakkan bakteri berbentuk batang ini pada medium buatan di dalam laboratorium. Dengan menyuntikkan bakteri hasil biakan laboratorium kepada tikus, Koch mendapatkan tikus dengan gejala penyakit anthrax dan mati. Bakteri yang sama juga bisa diisolasi dari limpa dan darah tikus yang mati tersebut.

Pembuktian yang sama dilakukan oleh Koch untuk bakteri penyebab tuberkulosis. Hasil-hasil penemuannya menghasilkan teori Koch (Koch Postulate), yaitu:

1. mikroorganisme yang diduga merupakan penyebab penyakit harus secara konsisten terdapat pada hewan/manusia yang sakit tetapi tidak terdapat pada mereka yang sehat;
2. mikroorganisme tersebut harus dapat dikembangbiakkan in vitro di dalam laboratorium;
3. jika kultur murni mikroba tersebut disuntikkan ke hewan/manusia yang cocok maka timbullah gejala-gejala dari penyakit yang sama;
4. organisme yang sama harus secara konsisten dapat diisolasi dari inang barunya yang terkena penyakit tersebut.

Klasifikasi Mikroorganisme

Ilmu yang mempelajari penggolongan makhluk hidup disebut taksonomi. Sampai dengan akhir abad ke-19, makhluk hidup hanya dibagi menjadi 2, yaitu Plantae dan Animalia. Setelah ditemukan mikroskop, kerajaan ketiga, Protista, ditambahkan. Penelitian tentang struktur sel dan sebagainya menyebabkan munculnya sistem 5 kerajaan (Plantae, Animalia, Protista, Fungi dan Monera) oleh R.H. Whittaker pada tahun 1969. Dua kerajaan lainnya Virus dan Prion, melengkapi sistem 7 kerajaan meskipun banyak ahli yang mengesampingkannya karena menganggap makhluk yang termasuk Virus dan Prion sebagai mikroorganisme tidak berstruktur sel. Mikroorganisme yang penting dalam bidang pangan adalah kapang dan khamir yang tergolong ke dalam kerajaan Fungi serta bakteri yang termasuk Monera.

A. PENAMAAN MIKROORGANISME

Dengan adanya jutaan makhluk hidup di alam ini, penamaan umum akan membingungkan karena satu nama di satu daerah mungkin

menunjukkan makhluk yang berbeda di daerah lain. Oleh karena itu, dikenal nama ilmiah bagi makhluk hidup yang dikembangkan oleh Carolus Linnaeus pada abad ke-18. Berdasarkan tata cara penamaan ilmiah tersebut, setiap makhluk hidup memiliki nama yang terdiri dari dua kata berasal dari huruf Latin atau Yunani. Kata pertama merupakan nama Genus, sedangkan kata kedua adalah nama spesies dan keduanya dituliskan dengan garis bawah atau huruf miring.

Nama genus diawali dengan huruf besar, sedangkan nama spesies dituliskan dengan huruf kecil. Contohnya, nama bakteri *Escherichia coli* yang termasuk genus *Escherichia* dan spesiesnya *coli*.

B. BAKTERI

Bakteri dapat ditemukan di mana-mana karena mereka dapat menyesuaikan diri dengan berbagai lingkungan dan bisa menggunakan berbagai sumber karbon untuk menghasilkan energi. Selain itu, bakteri mudah memperbanyak diri dengan cara membelah diri. Menurut taksonomi, bakteri adalah makhluk bersel tunggal yang dikategorikan ke dalam kerajaan Monera, filum Eubacteria dan kelas Schizomutaceae. Kelas di atas, kemudian dibagi menjadi beberapa ordo.

Bakteri yang penting dalam bidang pangan umumnya termasuk ke dalam ordo Eubacteriales dan Pseudomonadales. Penggolongan selanjutnya umumnya didasarkan pada bentuk, ukuran, susunan (arrangement), pewarnaan Gram, motil (dapat bergerak) tidaknya, ada tidaknya endospora, dan penampakkannya sebagai koloni pada medium buatan atau bahan pangan.

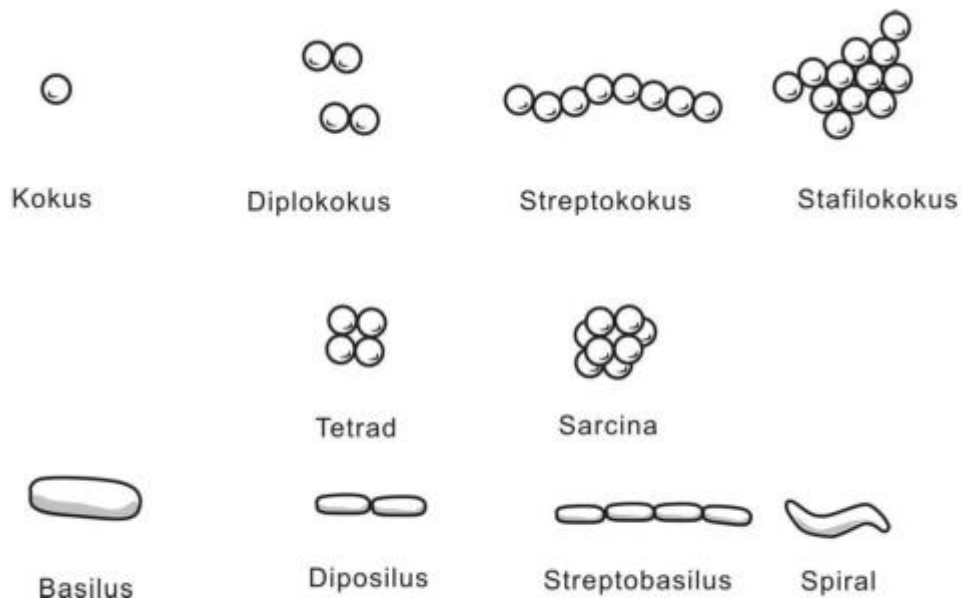
1. Ukuran, Bentuk, dan Susunan

Bakteri adalah sel prokariotik yang sangat kecil, berdiameter antara 0.2 - 3.0 μ m, sedangkan yang berbentuk batang berukuran 0.5-15 μ m. Tiga bentuk dasar bakteri, yaitu bulat atau kokus (jamak = koki), batang atau basilus (jamak = basili) dan spiral. Pada umumnya bakteri berbentuk kokus bisa tersusun membentuk pasangan (diplokoki), kelompok yang terdiri dari empat sel (tetrad), kelompok yang terdiri dari delapan sel (sarcina), rantai (streptokoki), dan bergerombol, seperti anggur (stafilokoki). Bakteri berbentuk batang juga bisa menyusun diri membentuk pasangan (diplobasili), atau rantai (streptobasili). Bakteri berbentuk spiral bisa berupa batang pendek, seperti koma dan disebut vibrio, ada yang membentuk heliks dan disebut spirila dan ada yang bergerak dengan cara merentang (flexing) dan bergoyang (wiggling) yang disebut spirokhet. Gambar 1.2 menunjukkan bentuk dan susunan bakteri. Bentuk bakteri ditentukan oleh dinding selnya.

2. Pewarnaan Gram

Berdasarkan susunan dinding selnya, bakteri diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu bakteri Gram positif dan negatif. Pengelompokan ini

didasarkan pada prosedur pewarnaan Gram yang menghasilkan dua jenis bakteri yang berbeda (lihat juga modul 1-4). Oleh karena berbeda susunan dinding selnya, kedua jenis bakteri ini memiliki sifat ketahanan yang berbeda terhadap panas dan senyawa-senyawa antibiotika.



Gambar 1.2.
Bentuk dan Susunan Bakteri

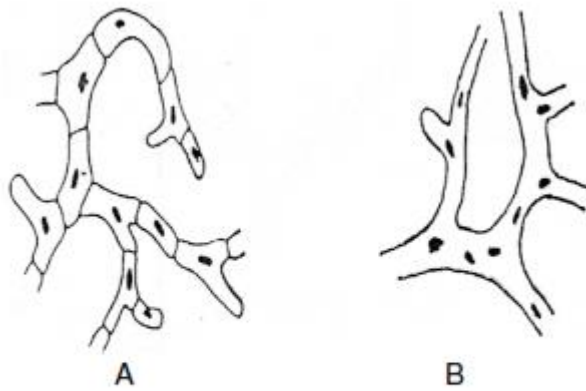
3. Pembentukan Endospora

Bakteri dari genus *Bacillus*, *Clostridium*, *Desulfotomaculum*, *Sporolactobacillus* dan *Sporosarcina* dapat membentuk endospora. Endospora adalah spora yang terbentuk di dalam sel bakteri, sangat refraktil, dan sangat tahan terhadap panas, sinar ultraviolet, dan kekeringan. Dalam bidang mikrobiologi pangan dua genus terpenting yang menghasilkan endospora adalah *Bacillus* dan *Clostridium*. Bakteri yang memiliki endospora jika mengalami lisis akan melepaskan sporanya yang akan tetap dorman, yaitu bertahan hidup tanpa aktivitas metabolisme yang bisa terdeteksi. Jika kondisi lingkungan menguntungkan maka spora tersebut bisa melakukan germinasi, yaitu kembali tumbuh sebagai sel vegetatif yang melakukan metabolisme normal.

C. KAPANG

Kapang adalah mikroorganisme yang memiliki banyak sel (multiseluler) yang pertumbuhannya pada bahan makanan umumnya berbentuk seperti kapas (istilah sehari-hari = jamur) sehingga mudah diamati dengan mata. Struktur menyerupai kapas ini disebut miselium yang tersusun oleh benang-

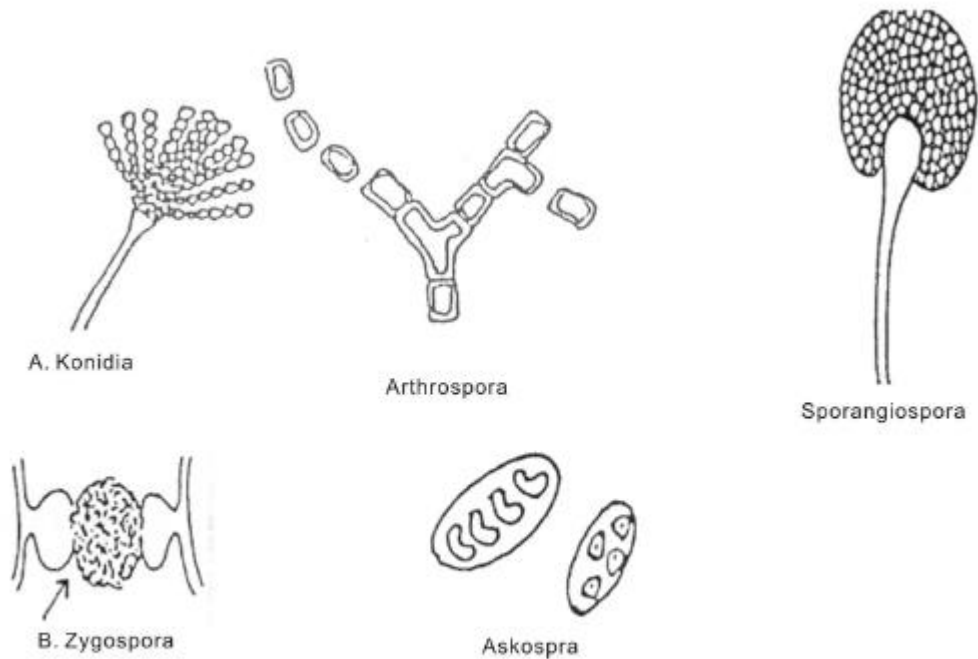
benang atau filamen yang disebut hifa. Jika diamati di bawah mikroskop hifa ada yang memiliki dinding pembatas (septat) dan yang tanpa dinding pembatas (nonseptat) (Gambar 13.).



Gambar 1.3
Hifa Septat (A) dan Non-septat (B)

Hifa bisa terendam di dalam substrat tempat tumbuhnya untuk mencari nutrisi dan ada yang tumbuh ke arah udara yang disebut aerial. Hifa aerial ini biasanya membawa spora yang merupakan alat reproduksi. Penggolongan kapang umumnya didasarkan pada jenis hifanya, gelap atau terang serta warna miseliumnya, ada atau tidaknya spora seksual dan tipe yang dibuatnya, tipe spora aseksual yang dimilikinya, karakteristik alat pembawa sporanya, serta adanya struktur-struktur khusus yang membedakan satu kapang dengan kapang lainnya. Berdasarkan cara reproduksinya, kapang disebut fungi yang sempurna jika memiliki spora seksual dan aseksual.

Fungi sempurna tersebut digolongkan dalam kelas Zygomycetes jika tidak berseptat serta Ascomycetes atau Basidiomycetes jika berseptat. Fungi tidak sempurna atau Fungi Imperfecti yang umumnya berseptat hanya memiliki spora aseksual dan digolongkan sebagai kelas Deuteromycetes. Spora aseksual kapang yang memiliki dinding sel yang tebal ini sangat ringan sehingga mudah diterbangkan oleh angin. Jika spora ini mendarat pada substrat yang cocok maka kapang baru akan tumbuh. Tiga bentuk spora aseksual adalah konidia (tunggal=konidium), arthrospora dan sporangiospora. Spora seksual yang dibentuk oleh kapang dibedakan berdasarkan cara pembentukannya dan disebut zygospora dan askospora (Gambar 1.4).



Gambar 1.4.
Spora Kapang Aseksual (A) dan Seksual (B)

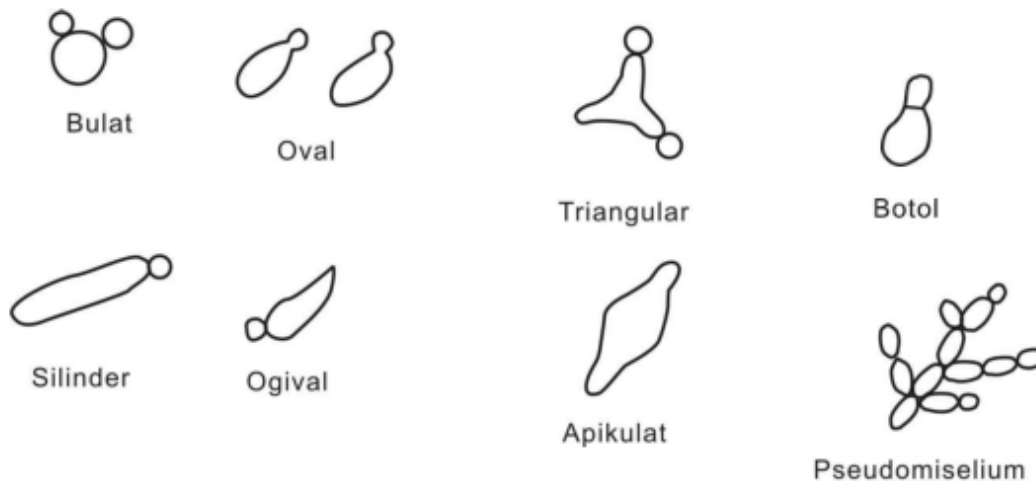
D. KHAMIR

Khamir adalah fungi bersel satu berbentuk bulat atau oval yang tidak membentuk filamen. Khamir yang menguntungkan telah dimanfaatkan dalam pembuatan roti, tape, bir, anggur dan cuka. Akan tetapi, kadang-kadang pertumbuhannya tidak diinginkan karena menyebabkan kerusakan pada sauerkraut (asinan kubis), jus buah, sirup, madu, daging, anggur, bir dan sebagainya.

Pada umumnya khamir diklasifikasikan atas dasar ciri-ciri morfologinya, ada tidaknya askospora, penyampaian askospora, penampakan sel vegetatifnya, cara reproduksi aseksualnya, ada tidaknya miselium, pertumbuhan pada medium cair, warna pertumbuhan makroskopisnya, serta ciri-ciri fisiologisnya (kebutuhan nutrien dan sebagainya).

1. Bentuk dan Struktur

Khamir bisa berbentuk bulat, oval, seperti lemon, seperti buah pear, menyerupai silinder, segitiga ataupun memanjang sehingga menyerupai miselium disebut pseudomycellium atau miselium palsu (Gambar 1.5).



Gambar 1.5
Bentuk-bentuk khamir

2. Cara Reproduksi

Mikroorganisme ini berkembang biak secara aseksual dengan pertunasan, pembelahan atau kombinasi pembelahan dan pertunasan. Selain itu, beberapa khamir juga dapat membentuk spora seksual askospora karena itu digolongkan ke dalam kelas Ascomycetes. Beberapa jenis khamir yang tidak bisa membentuk askospora tergolong Fungi Imperfekti.

E. VIRUS

Virus adalah mikroorganisme sangat kecil yang mengandung asam deoksiribonukleat (ADN) atau asam ribonukleat (ARN) sebagai materi genetiknya, tetapi tidak mampu melakukan metabolisme sendiri. Oleh karena itu virus disebut sebagai parasit obligat karena tergantung dari makhluk hidup lain untuk reproduksinya. Semua virus yang bisa ditularkan melalui makanan bersifat merugikan dan dapat menyebabkan penyakit. Virus ditularkan dalam bentuk partikel yang inert.

1. Ukuran

Partikel virus berukuran 25-250 nm, virus yang diisolasi dari bahan pangan umumnya berukuran antara 25-30 nm.

2. Replikasi

Virus hanya dapat berkembang biak jika ia berada pada jaringan sel inang yang hidup. Proses yang terjadi di dalam sel inang ini meliputi penempelan dan penetrasi, sintesis protein dari ARN atau ADN yang dikandungnya, perakitan (assembly) dan pembentukan virus dewasa di dalam sel inang, dan pelepasan (release) dari tubuh inang.

F. PRION

Prion adalah protein yang ditemukan sebagai serabut dalam otak hewan yang mati oleh penyakit scrapie pada kambing. Prion (PrP) juga mengakibatkan penyakit sapi gila (mad cow) sehingga bisa terdapat pada daging sapi. Oleh karena sifatnya yang sangat tahan panas dan tahan enzim pemecah protein maka prion bisa bertahan pada daging olahan. Pada saat ini belum diketahui dengan jelas bagaimana protein PrP ini dapat menular seperti makhluk hidup dan memperbanyak dirinya. Para ahli menduga bahwa PrP dapat memodifikasi protein serupa yang secara alami ada pada hewan atau manusia.

Struktur Sel

Semua makhluk hidup terdiri dari sel. Beberapa organisme bersel satu (uniseluler) dan lainnya terdiri dari beberapa sel (multiseluler). Betapa pun kompleksnya sel, pada dasarnya hanya ada dua jenis yang menyusun makhluk hidup yaitu sel prokariotik dan eukariotik. Sel-sel tanaman dan hewan tergolong sel eukariotik. Mikroorganisme dapat dibagi menjadi dua golongan. Bakteri memiliki sel prokariotik, sedangkan kapang dan khamir terdiri dari sel eukariotik. Virus tidak termasuk ke dalam kategori di atas karena tidak memiliki kemampuan untuk melakukan metabolisme meskipun memiliki unsur genetika untuk memperbanyak dirinya.

A. SEL PROKARIOTIK DAN EUKARIOTIK

Sel prokariotik dan eukariotik tersusun oleh unsur kimia yang serupa. Keduanya memiliki asam nukleat, protein, lipida, dan karbohidrat. Sel-sel tersebut juga melakukan reaksi kimia yang sama untuk memproses (metabolisme) makanan, membangun protein, dan menyimpan energi di dalam tubuhnya. Perbedaan utama dari kedua sel tersebut adalah susunan dinding sel, membran dan jenis organel yang dimilikinya (Tabel 1.1.).

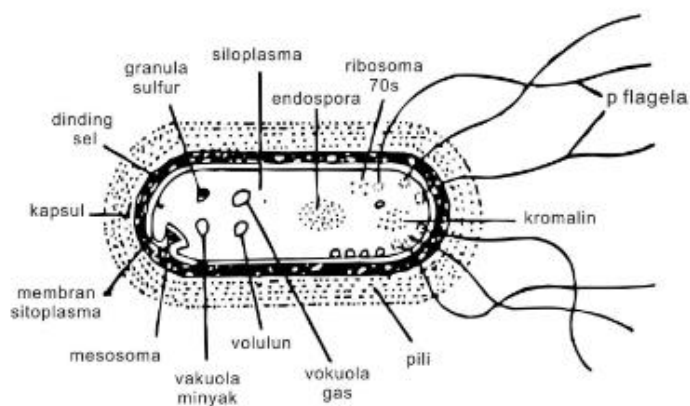
Tabel 1.1
Perbedaan antara Sel Prokariotik dan Sel Eukariotik*

Kriteria	Sel Prokariotik	Sel Eukariotik
Materi genetika.	Molekul AND berbentuk sirkuler tanpa inti yang jelas.	Molekul AND tersusun did alam kromosom.
Organel yang terbungkus membran.	Tidak ada.	Ada, seperti mitokondria, badan golgi, kloroplas, lisosom, dan reticulum endoplasma.
Ribosom.	Lebih kecil jika dibandingkan dengan eukariotik, berukuran 70S dan berada bebas dalam sitoplasma.	Lebih besar dari 80S, berada pada reticulum endoplasma
Pergerakan	Dengan flagella yang tersusun oleh komponen yang sederhana dan bisa berotasi.	Flagela dan sila yang bergerak bergelombang.

Kriteria	Sel Prokariotik	Sel Eukariotik
Membran sitoplasma.	Tidak mengandung sterol.	Mengandung sterol
Ukuran sel.	Umumnya lebih kecil.	Umumnya lebih besar.
Dinding sel.	Mengandung peptidoglikan.	Tidak mengandung peptidoglikan.
Mitosis.	Tidak ada.	Ada.
Tempat respirasi.	Membran sitoplasma.	Mitikondria.

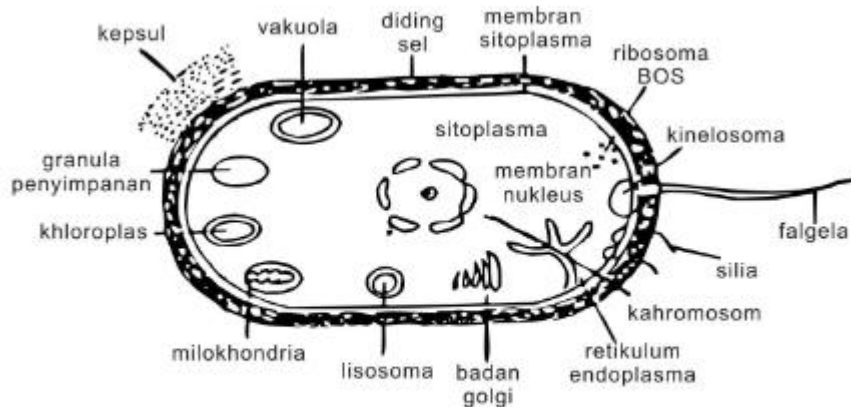
Sumber: Cano and Colom, 1986

Sel prokariotik (prokaryote adalah bahasa Yunani, pro artinya kuno dan karyote dari inti) umumnya lebih sederhana daripada sel eukariotik. Sel ini memiliki dinding sel, membran sitoplasma, sitoplasma dan kromatin yang berisi unsur genetika (asam deoksi ribonukleat = ADN). Diagram sel prokariotik dapat dilihat pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6
Struktur Sel Prokariotik

Sel eukariotik (bahasa Yunani eukaryote artinya inti yang sejati) memiliki ADN yang terorganisasi ke dalam struktur linear yang disebut kromosom. ADN ini terdapat di dalam nukleus yang terpisahkan oleh membran sitoplasma dengan sitoplasma. Beberapa organel yang dimiliki oleh sel eukariotik yang tidak dipunyai oleh sel prokariotik adalah alat mitosis, mitokondria, retikulum endoplasma, dan kadang-kadang kloroplas (Gambar 1.7).



Gambar 1.7
Struktur Sel Eukariotik

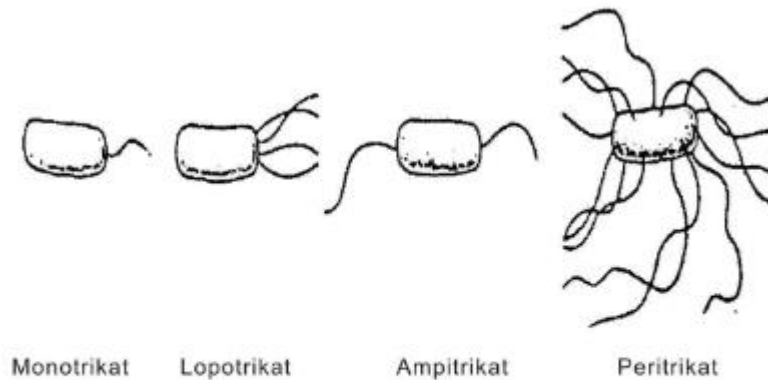
B. BAGIAN-BAGIAN SEL PROKARIOTIK

1. Kapsul

Beberapa bakteri memiliki kapsul atau lendir yang berada di bagian terluar dari sel. Umumnya kapsul tersusun atas polimer, seperti polisakarida atau polipeptida atau keduanya. Kapsul ini umumnya berfungsi untuk melindungi diri baik dari sistem pertahanan tubuh (bagi patogen) atau dari kondisi lingkungan yang kurang baik, seperti kekeringan, kurang nutrisi dan panas.

2. Flagella

Flagella (tunggal = flagellum) adalah filamen yang memanjang ke arah luar sel yang tersusun atas protein yang disebut flagellin. Bakteri yang memiliki flagella bisa bergerak atau motil, artinya dapat bergerak dengan keinginan sendiri. Mekanisme bagaimana flagella dapat menggerakkan sel adalah sebagai berikut: flagella yang agak kaku ini berfungsi sebagai poros yang mendorong sel dengan cara memutar searah atau berlawanan arah dengan jarum jam. Tergantung letaknya pada sel, flagella dapat disebut monotrikat, lopotrikat, ampitrikat, dan peritrikat (Gambar 1.8).



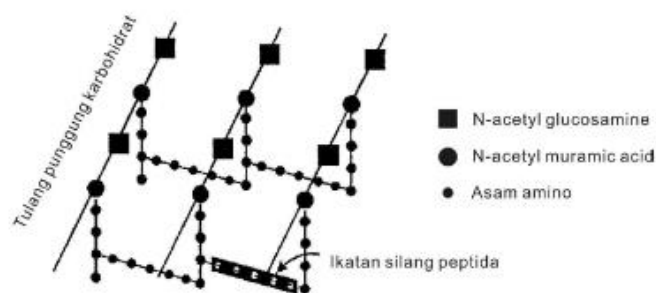
Gambar 1.8
Flagella pada Sel Prokariotik

3. Pili atau Fimbria

Istilah pili dan fimbria digunakan untuk menunjuk struktur yang sama, yaitu struktur mirip rambut pada permukaan sel. Struktur ini memiliki dua fungsi, yaitu untuk penempelan (adhesi) pada permukaan lain, misalnya sel usus manusia, dan dikenal sebagai fimbria. Fungsi kedua adalah untuk transfer materi genetika melalui proses yang disebut konjugasi dan untuk kepentingan ini disebut sebagai pili. Seperti halnya flagella, pili disusun oleh protein (disebut pilin), akan tetapi pilin lebih tipis dan pendek jika dibandingkan dengan flagella.

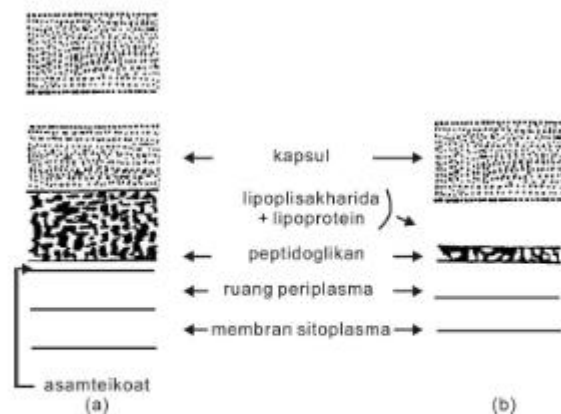
4. Dinding Sel

Dinding sel bakteri adalah struktur yang kompleks, agak kaku dan bertanggung jawab atas bentuk sel. Struktur ini, melindungi membran sitoplasma dan semua bagian dalam sel. Dinding sel tersusun oleh senyawa unik yang disebut peptidoglikan. Peptidoglikan (PG) ini tersusun atas dua komponen, yaitu N-acetyl glucosamine (NAG) dan N-acetyl muramic acid (NAM). NAG dan NAM berselang-seling membentuk tulang punggung dinding sel. Pada NAM terdapat 4 asam amino dan -asam amino ini membentuk ikatan silang dengan asam amino NAM lainnya (Gambar 1.9).



Gambar 1.9
Struktur Peptidoglikan

Penggolongan bakteri menjadi Gram positif dan Gram negatif adalah berdasarkan perbedaan komposisi dinding sel. Bakteri Gram positif dinding selnya terutama terdiri dari PG sehingga terbentuk dinding sel yang kaku. Pada bagian luar PG terdapat senyawa yang disebut asam teikhoat. Bakteri Gram negatif mengandung PG dalam jumlah yang jauh lebih sedikit, akan tetapi di bagian luar PG terdapat membran luar (outer membrane) yang tersusun atas lipoprotein dan fosfolipid. Selain itu bakteri jenis ini mengandung lipopolisakarida. Oleh karena perbedaan komposisi dinding sel ini, bakteri Gram positif dan negatif memiliki ketahanan yang berbeda. Bakteri Gram positif lebih rentan terhadap antibiotika penisilin karena antibiotika ini dapat merusak PG. Sebaliknya karena jumlah PG yang lebih banyak, bakteri Gram positif biasanya lebih tahan terhadap kerusakan mekanis.



Gambar 1.10
Perbedaan Dinding Sel Gram Positif dan Negatif

5. Membran Sitoplasma

Membran tipis ini membungkus cairan sitoplasma sel. Umumnya membran sitoplasma terdiri atas 60% protein dan 40% lemak khususnya fosfolipid. Fungsi utama membran sitoplasma adalah untuk menjadi penghalang (barrier) selektif terhadap senyawa yang masuk dan ke luar sel. Membran ini disebut sebagai semipermeable karena hanya senyawa tertentu bisa melewati membran sementara senyawa-senyawa lainnya tidak. Molekul-molekul yang besar (protein dan sebagainya) umumnya tidak bisa melalui membran ini, akan tetapi air, asam-asam amino, glukosa dapat melaluinya. Senyawa yang larut dalam lemak lebih mudah memasuki membran ini karena membran tersusun atas lemak. Fungsi lain membran ini adalah untuk memecah makanan untuk menghasilkan energi. Membran sitoplasma ini mengandung enzim-enzim yang berperan dalam metabolisme.

6. Sitoplasma

Untuk sel prokariotik sitoplasma berarti apa saja yang terdapat di dalam membran sitoplasma. Sitoplasma tersusun oleh 80% air, juga mengandung asam-asam nukleat, protein, karbohidrat; lemak, ion-ion anorganik dan beberapa senyawa berukuran kecil. Di dalam sitoplasma inilah metabolisme untuk menghasilkan energi dan pembentukan komponen-komponen sel berlangsung. Sitoplasma ini dapat dibagi menjadi bagian fluid dan bagian nukleoid.

Bagian fluid yang terdiri dari air yang mengandung ion dalam konsentrasi tinggi sehingga secara fisik cairan di bagian ini kental, agak transparan dan elastis. Di bagian ini juga terdapat ribosom yang terdiri dari ARN dan protein yang berfungsi dalam sintesis protein. Selain itu, mungkin juga terdapat beberapa granula, seperti granula metakromatik (volutin), granula polisakarida, lemak, sulfur dan sebagainya. Bagian nukleoid terdiri dari molekul ADN yang membentuk kromosom. Molekul inilah yang mengandung informasi genetika dari sel bakteri tersebut.

Selain itu bakteri juga mungkin mengandung ADN yang membentuk lingkaran kecil yang disebut sebagai plasmid. Plasmid berisi materi genetika yang tidak penting bagi pertumbuhan sel dan bisa hilang tanpa mengakibatkan sel mati.

7. Endospora

Endospora adalah bentuk istirahat dari sel bakteri yang dibentuk jika kondisi lingkungan buruk (lihat Modul 1-2).

C. BAGIAN-BAGIAN SEL EUKARIOTIK

Untuk menyederhanakan materi, pembahasan tentang sel eukariotik hanya merujuk pada sel kapang dan khamir saja.

1. Dinding Sel

Dinding sel eukariotik lebih sederhana daripada sel prokariotik. Dinding sel beberapa fungi mengandung selulosa, tetapi komponen yang utama adalah kitin, yaitu polimer dari N-acetyl glucosamine. Dinding sel khamir umumnya mengandung polisakarida glukosa dan manan. Oleh karena tidak mengandung peptidoglikan maka sel-sel eukariotik tahan terhadap antibiotika yang merusak peptidoglikan.

2. Membran Sitoplasma

Pada prinsipnya membran sel eukariotik dan prokariotik mempunyai fungsi yang sama. Pada sel eukariotik juga terdapat sterol, lemak kompleks yang tidak terdapat pada membran bakteri.

3. Sitoplasma

Secara fisik sitoplasma sel eukariotik sama dengan sitoplasma sel prokariotik. Sitoplasma juga mengandung granula (inclusion bodies), seperti granula enzim (zymogen), lemak, vakuola, dan glikogen. Berbeda dengan sel

prokariotik, sitoplasma sel eukariotik juga mengandung organel (organ-organ kecil) yang tidak terdapat pada sitoplasma sel prokariotik.

4. Nukleus

Nukleus adalah organel terbesar yang mengandung materi genetika ADN. Nukleus ini dipisahkan dari sitoplasma oleh membran dua lapis yang mirip strukturnya dengan membran sitoplasma.

5. Retikulum Endoplasma (RE)

RE adalah membran paralel yang bersambungan dengan membran sitoplasma atau membran nukleus dalam bentuk yang berbeda-beda. Diduga RE menyediakan permukaan untuk berlangsungnya reaksi-reaksi kimia, transpor molekul dan tempat penyimpanan hasil sintesis. Pada bagian luar RE terdapat ribosom yang juga terdapat bebas di dalam sitoplasma.

6. Kompleks Golgi

Kompleks Golgi terdiri dari 4-8 saluran yang datar dan bertumpuk satu dengan lainnya. Fungsinya adalah untuk sekresi (pengeluaran) protein, lemak yang disintesis pada RE dan juga karbohidrat.

7. Mitokondria

Organel ini berbentuk bulat, oval atau berfilamen yang tersebar disitoplasma. Mitokondria terdiri atas membran dua lapis, seperti pada membran sitoplasma dan berfungsi dalam metabolisme untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP (Adenosin tri fosfat).