**BAB III**

**MIKROBIOLOGI PANGAN**

1. **KOMPETENSI DASAR**

Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami tentang mikrobiologi pangan

1. **TUJUAN**

Mahasiswa dapat:

1. Menjelaskan mikroorganisme dalam bahan pangan
2. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan pangan
3. Menjelaskan kerusakan bahan pangan yang disebabkan oleh mikroorganisme
4. Menjelaskan pemanfaatan mikroorganisme dalam pengolahan bahan pangan hasil ternak

**MIKROBIOLOGI PANGAN**

**Pengertian Mikrobiologi**

Mikrobiologi adalah suatu ilmu yang mempelajari makhluk hidup yang sangat kecil yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan lensa pembesar atau mikroskop. Makhluk yang sangat kecil tersebut disebut mikroorganisme atau mikroba, dan ilmu yang mempelajari tentang mikroba yang sering ditemukan pada pangan disebut mikrobiologi pangan. Yang dimaksud pangan disini mencakup semua makanan, baik bahan baku maupun pangan yang sudah diolah.

**Perkembangan Mikrobiologi**

Sejarah perkembangan mikrobiologi sebelum ilmu pengetahuan dapat dibagi menjadi tiga periode. Periode pertama, dimulai dengan terbukanya rahasia suatu dunia mikroorganisme melalui pengamatan Leeuwenhoek pada tahun 1675.

Hal ini menimbulkan rasa ingin tahu di kalangan para ilmuwan mengenai asal mula kehidupan. Namun baru kurang lebih pada pertengahan tahun 1860an, ketika teori generatio spontanea dibuktikan ketidakbenarannya dan prinsip biogenesis diterima, pengetahuan mengenai mikroorganisme tidak lagi bersifat spekulatif semata-mata.

**Perkembangan Teknik dan Cara Kerja di Laboratorium Mikrobiologi**

Selama periode berikutnya antara tahun 1860 dan tahun 1900, banyak dilakukan penemuan dasar yang penting. Perkembangan teori nutfah panyakit dalam tahun1876, hal ini secara tiba-tiba menimbulkan minat terhadap prosedur laboratoris untuk mengisolasi dan mencirikan mikroorganisme. Didalam periode ini ditemukan banyak mikroorganisme penyebab penyakit serta metode-metode untuk mencegah dan mendiagnosis serta mengobati penyakit-penyakit tersebut. Penemuan-penemuan di bidang mikrobiologi kedokteran membawa perombakan yang besar dan cepat di dalam praktik kedokteran. Penelaah mikroorganisme di laboratorium dilakukan untuk berbagai tujuan. Misalnya untuk mengetahui identitas masing-masing mikroorganisme yang berbeda, atau proses biologi dasar yang dilakukan oleh mikroorganisme. Pada umumnya metode-metode yang tersedia bagi para mikrobiologiawan memungkinkan untuk pencirian mikroorganisme.

**Aplikasi Mikrobiologi dalam Kehidupan Manusia**

Mikroba memegang peranan penting dalam kehidupan manusia, karena mikroba memberikan keuntungan sekaligus kerugian bagi manusia. Mikroba yang menguntungkan memungkinkan manusia untuk memanfaatkan jasa dan produknya sekaligus. Sementara itu mikroba yang merugikan dapat menyebabkan penyakit pada tanaman, hewan ternak, bahkan manusia itu sendiri. Untuk meminimalkan kerugian yang ditimbulkan oleh mikroba, maka manusia menerapkan berbagai teknologi untuk mengendalikan populasi mikroba itu. Pengendalian dilakukan secara kimiawi, fisikawi, mekanis dan sebagainya.

**Pentingnya Mikroba pada Pangan**

Pertumbuhan mikroba pada pangan dapat menimbulkan berbagai perubahan, baik yang merugikan maupun yang menguntungkan. Mikroba yang merugikan misalnya yang menyebabkan kerusakan atau kebusukan pangan, dan yang sering menimbulkan penyakit atau keracunan pangan. Sedangkan mikroba yang menguntungkan adalah yang berperan dalam proses fermentasi pangan, misalnya dalam pembuatan tempe, oncom, kecap, tape dll. Oleh karena itu dengan mengetahui sifat-sifat mukroba pada pangan kita dapat mengatur kondisi sedemikian rupa sehingga pertumbuhan mikroba yang merugikan dapat dicegah dan mikroba yang menguntungkan dirangsang pertumbuhannya.

**Masuknya Mikroba dalam Pangan**

Mikroba terdapat dimana-mana, misalnya dalam air, tanah, udara, tanaman, hewan, dan manusia. Oleh karena itu mikroba dapat masuk kedalam pangan melalui berbagai cara, misalnya melalui air yang digunakan untuk menyiram tanaman pangan atau mencuci bahan baku pangan, terutama bila air tersebut tercemar oleh kotoran hewan atau manusia. Mikroba juga dapat masuk dalam pangan melalui tanah selama penanaman atau pemanenan sayuran, melalui debu dan udara, melalui hewan dan manusia dan pencemaran selama tahap-tahap penanganan dan pengolahan pangan. Dengan mengetahui berbagai sumber pencemaran mikroba, kita dapat melakukan tindakan untuk mencegah masuknya mikroba pada pangan.

Pangan yang berasal dari tanaman membawa mikroba pada permukaannya sejak ditanam, ditambah dengan pencemaran bakteri yang berasal dari kotoranhewan dan manusia. Termasuk diantaranya bakteri-bakteri penyebab penyakit saluran pencernaan. Tanah merupakan sumber pencemaran bakteri-bakteri yang berasal dari tanah, terutama bakteri pembentuk spora yang sangat tahan terhadap keadaan kering.

Pada pangan yang berasal dari hewan, mikroba mungkin berasal dari kulit atau bulu hewan tersebut dan dari saluran pencernaan, ditambah dengan pencemaran dari lingkungan disekitarnya. Pangan yang berasal dari tanaman dan hewan yang terkena penyakit dengan sendirinya juga membawa mikroba pathogen yang menyebabkan penyakit tersebut.

Tangan manusia merupakan sumber pencemaran bakteri yang berasal dari luka atau infeksi kulit, dan salah satu bakteri yang berasal dari tangan manusia yaitu Staphylococcus, dapat menyebabkan keragunan pangan, Selain itu orang yang sedang menderita atau baru sembuh dari penyakit infeksi saluran pencernaan seperti tifus, kolera dan disentri, juga merupakan pembawa bakteri penyebab penyakit tersebut sampai beberapa hari atau beberapa minggu setelah sembuh. Oleh karena itu orang tersebut dapat menjadi sumber pencemaran pangan jika ditugasi menangani atau mengolah pangan.

**PERTUMBUHAN MIKROBA**

Pertumbuhan mikroba pada pangan dipengaruhi oleh berbagai faktor, dan setiap mikroba membutuhkan kondisi pertumbuhan yang berbeda. Pada kondisi yang optimum untuk masing-masing mikroba, bakteri akan tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan kapang dan khamir. Hal ini disebabkan bakteri mempunyai struktur sel yang lebih sederhana, sehingga kabanyakan bakteri hanya membutuhkan waktu 20 menit untuk membelah diri. Struktur sel kapang dan khamir lebih kompleks daripada bakteri dan membutuhkan waktu lebih lama untuk membentuk sel baru, yaitu sekitar 2 jam atau lebih.

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba pada pangan dibedakan atas dua kelompok, yaitu :

1. Karakteristik pangan yang meliputi aktivitas air (aw), nilai pH (keasaman), kandungan zat gizi dan keberadan senyawa antimikroba
2. Kondisi lingkungan yang terdiri dari suhu, keberadaan oksigen dan kelembaban
3. **Aktivitas Air**

Aktivitas air (aw) menunjukkan jumlah air didalam pangan yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Nilai aw pangan dapat dihitung dengan membagi tekanan uap air pangan dengan tekanan uap air murni. Jadi air murni mempunyai nilai aw sama dengan 1. Nilai aw secara praktis dapat diperoleh dengan membagi %RH pada saat pangan mengalami keseimbangan kadar air dibagi dengan 100. Sebagai contoh, jika suatu jenis pangan mempunyai aw = 0.70, maka pangan tersebut mempunyai keseimbangan kadar air pada RH 70%, atau dengan kata lain pada RH 70% kadar air pangan tetap (yang menguap = yang terserap)

Mikroba mempunyai kebutuhan aw minimal yang berbeda-beda untuk pertumbuhannya. Dibawah aw minimal tersebut mikroba tidak dapat tumbu atau berkembang biak. Oleh karena itu salah satu cara untuk mengawetkan pangan adalah dengan menurunkan a+w+ bahan tersebut. Beberapa cara pengawetan pangan yang menggunakan prinsip penurunan aw bahan misalnya pengeringan dan penambahan bahan pengikat air seperti gula, garam, pati serta gliserol.

Kebutuhan aw untuk pertumbuhan mikroba umumnya adalah sebagai berikut :

* + 1. Bakteri pada umumnya membutuhkan aw sekitar 0,91 atau lebih untuk pertumbuhannya. Akan tetapi beberapa bakteri tertentu dapat tumbuh pada aw 0,75
		2. Kebanyakan khamir tumbuh pada aw sekitar 0,88 dan beberapa dapat tumbuh pada aw sampai 0,6
		3. Kebanyakan kapang tumbuh pada aw 0,8

Bahan pangan yang belum diolah seperti ikan, daging, telur mempunyai aw diatas 0,95, oleh karena itu mikroba yang dominan tumbuh dan menyebabkan kebusukan adala bakteri. Bahan pangan kering seperti biji-bijian dan kacang-kacangan kering, tepung dan buah-buahan kering pada umumnya lebih awet karena nilai aw nya 0,60 – 0,85, yaitu cukup rendah untuk menghambat pertumbuhan mikroba. Pada bahan kering semacam ini mikroba perusak yang sering tumbuh terutama adalah kapang.

Konsentrasi garam dan gula yang tinggi dapat mengikat air dan menurunkan aw sehingga menghambat pertumbuhan mikroba. Pangan yang mengandung kadar garam dan atau gula yang tinggi seperti ikan asin, dendeng, madu, kecap, sirup dan permen biasanya mempunyai aw dibawah 0,60 dan sangat tahan terhadap kerusakan oleh ikroba. Pangan semacam ini dapat disimpan pada suhu kamar dalam waktu yang lama tanpa mengalami kerusakan.

1. **Nilai pH**

Kebanyakan mikroba tumbuh baik pada pH sekitar netral dan pH 4,6 – 7,0 merupakan kondisi optimum untuk pertumbuhan bakteri, sedangkan kapang dan khamir tumbuh pada pH yang lebih rendah. Pengelompokan pangan berdasarkan nilai pH-nya adalah sebagai berikut :

* + 1. Pangan berasam rendah, adalah pangan yang mempunyai nilai pH 4,6 atau lebih, misalnya daging, ikan, susu, telur dan kebanyakan sayuran.pangan semacam ini harus mendapatkan perlakuan pengawetan secara hati-hati karena mudah mengalami kerusakan oleh bakteri, termasuk bakteri pathogen yang berbahaya.
		2. Pangan asam, adalah pangan yang mmpunyai pH 3,7 – 4,5, misalnya beberapa sayuran dan buah-buahan
		3. Pangan berasam tinggi, adalah pangan yang mempunyai pH dibawah 3,7 misalnya sayur asin, acar, dll.

Penurunan pH merupakan salah satu prinsip pengawetan pangan untuk mencegah kebanyakan mikroba. Prinsip ini dapat dilakukan dengan cara menambahkan asam kedalam pangan seperti dalam pembuatan acar atau asinan. Cara lain adalah fermentasi agar terbentuk asam oleh mikroba seperti dalam pembuatan sayur asin.

1. **Kandungan Gizi**

Seperti halnya makhluk hidup lainnya, mikroba membutuhkan zat gizi untuk pertumbuhannya. Bahan pangan pada umumnya mengandung berbagai zat gizi yang baik untuk pertumbuhan mikroba, yaitu protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral. Ada beberapa bahan pangan yang selain kandungan gizinya sangat baik, juga kondisi lingkungannya mendukung, termasuk nilai aw dan pH-nya sangat baik untuk pertumbuhan mikroba. Contoh bahan pangan seperti ini adalah bahan yang mengandung protein tinggi, mempunyai pH sekitar netral dan mempunyaio aw di atas 0.95, misalnya daging, susu, telur dan ikan. Karena kondisinya yang optimum untuk pertumbuhan mikroba, maka pada bahan-bahan pangan seperti itu bakteri akan tumbuh dengan cepat sehingga bahan pangan menjadi mudah rusak dan busuk.

1. **Senyawa Antimikroba**

Pertumbuhan mikroba pada pangan juga dipengaruhi oleh adanya bahan pengawet yang terkandung didalamnya, yaitu senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Bahan pengawet atau senyawa antimikroba pada pangan dibedakan atas tiga golongan berdasarkan sumbernya, yaitu :

* + 1. Senyawa antimikroba yang terdapat secara alami didalam bahan pangan, misalnya asam pada buah-buahan, dan beberapa senyawa pada rempah-rempah
		2. Bahan pengawet yang ditambahkan dengan sengaja kedalam bahan pangan atau pangan olahan, misalnya :
		3. Nitrit untuk menghambat bakteri pada kornet sapid an sosis
		4. Garam natrium klorida untuk menghambat mikroba pada ikan asin
		5. Asam benzoate untuk menghambat kapang dan khamir pada selai dan sari buah
		6. Asam cuka (asam asetat) untuk menghambat mikroba pada asinan
		7. Asam propionate untuk menghambat kapang pada roti dan keju
		8. Sulfit untuk menghambat kapang dan khamir pada buah-buahan kering dan anggur
		9. Sulfur dioksida untuk menghambat pertumbuhan mikroba pada anggur, bird an jus buah-buahan.
		10. Senyawa antimikroba yang terbentuk oleh mikroba selama proses fermentasi pangan. Asam laktat dan hydrogen peroksida (H2O2) dan bakteriosin adalah senyawa antimikroba yang dibentuk oleh bakteri asam laktat selama pembuatan produk-produk susu fermentasi seperi yogurt, yakult, dll.
1. **Suhu**

Suhu merupakan salah satu factor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba. Setiap mikroba mempunyai kisaran suhu dan suhu optimum tertentu untuk pertumbuhannya. Berdasarkan kisaran suhu pertumbuhan, mikroba dibedakan atas tiga kelompok sbb :

* + 1. Psikrofil, yaitu mikroba yang mempunyai kisaran pertumbuhan pada suhu 0 – 20o C
		2. Mesofil, yaitu mikroba yang mempunyai kisaran suhu pertumbuhan 20 – 450 C
		3. Termofil, yaitu mikroba yang mempunyai suhu pertumbuhannya diatas 450 C

Kebanyakan mikroba perusak pangan merupakan mikroba mesofil, yaitu tumbuh baik pada suhu ruangan atau suhu kamar. Bakteri pathogen umumnya mempunyai suhu optimum pertumbuhan sekitar 370 C, yang juga adalah suhu tubuh manusia. Oleh karena itu suhu tubuh manusia merupakan suhu yang baik untuk pertumbuhan beberapa bakteri pathogen.

Mikroba perusak dan pathogen umumnya dapat tumbuh pada kisaran suhu 4 – 660 C. Oleh karena kisaran suhu tersebut merupakan suhu yang kritis untuk penyimpanan pangan, maka pangan tidak boleh disimpan terlalu lama pada kisaran suhu tersebut. Pangan harus disimpan pada suhu dibawah 40 C atau diatas 660 C. Pada suhu dibawah 40 C, mikroba tidak akan mati tetapi kebanyakan mikroba akan terhambat pertumbuhannya, kecuali mikroba yang tergolong psikrofil. Pada suhu diatas 660 C, kebanyakan mikroba juga terhambat pertumbuhannya meskipun beberapa bakteri yang tergolong termofil mungkin tidak mati.

1. **Oksigen**

Mikroba mempunyai kebutuhan oksigen yang berbeda-beda untuk pertumbuhannya. Berdasarkan kebutuhannya akan oksigen, mikroba dibedakan atas 4 kelompok sbb:

* + 1. Aerob, yaitu mikroba yang membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya
		2. Anaerob, yaitu mikroba yang tumbuh tanpa membutuhkan oksigen
		3. Anaerob fakultatif, yaitu mikroba yang dapat tumbuh dengan atau tanpa adanya oksigen
		4. Mikroaerofil, yaitu mikroba yang membutuhkan oksigen pada konsentrasi yang lebih rendah daripada konsentrasi oksigen yang normal di udara.

Mikroba perusak pangan sebagian besar tergolong aerob, yaitu membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya, kecuali bakteri yang dapat tumbuh pada saluran pencernaan manusia yang tergolong anaerob fakultatif, dan beberapa bakteri yang tergolong anaerob yang sering menyebabkan kerusakan pada makanan kaleng. Karena kebanyakan mikroba perusak tergolong tergolong aerob maka dengan pengemasan pangan secara vakum, yaitu pengemasan dengan menghilangkan udara dari dalam kemasan, sebagian besar mikroba perusak tidak dapat tumbuh. Kerusakan pada pangan yang dikemas secara vakum terutama makanan kaleng.

1. **Kelembaban**

Pangan yang didimpan didalam ruangan lembab (RH tinggi) akan mudah menyerap air sehingga nilai aktivitas air (aw) meningkat. Kenaikan aw akan mengakibatkan mikroba mudah tumbuh dan menyebabkan kerusakan pangan. Sebaliknya pangan yang disimpan didalam ruangan yang mempunyai RH rendah akan kehilangan air sehingga menjadi kering pada permukaannya. Oleh karena itu salah satu cara penyimpanan yang baik, terutama untuk produk-produk kering (aw rendah), adalah dengan menyimpan didalam ruangan yang kering (RH rendah) atau membungkusnya dalam kemasan yang kedap uap air.

**KLASIFIKASI ORGANISME**

1. Organisme prokariotik: organisme yang tidak memiliki membran nukleus, dan kelengkapan organel sel sederhana
2. Organisme Eukariotik: organisme yang sudah memiliki membran nukleus dan organel sel lengkap

****

Gambar 19. Sel Prokariotik

Gambar 20. Sel Eukariotik

 

Tabel 6. Perbedaan Sel Prokariotik Dan Sel Eukariotik

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perbedaan** | **Sel prokariotik** | **Sel eukariotik** |
| Inti sel | Tidak ada membran | Ada membran |
| Nukleoplasma | Tidak ada nukleoplasma | ada nukleoplasma |
| Organel sel | Tidak lengkap | Lengkap: mitokondria,RE,Badan Golgi,lisosom dsb. |
| DNA | DNA ada di nukleoid | DNA ada di inti |

**BAKTERI DAN PERANANNYA**

Bakteri adalah organisme mikroskopis bersel satu yg tidak mempunyai membran nukleus ataupun membran organel sel. Bakteri merupakan organisme yang paling banyak jumlahnya dan lebih tersebar luas dibandingkan mahluk hidup yang lain. Bakteri memiliki ratusan ribu spesies yang hidup di darat hingga lautan dan pada tempat-tempat yang ekstrim. Bakteri ada yang menguntungkan tetapi ada pula yang merugikan. Bakteri memiliki ciri-ciri yang membedakannya dengan mahluk hidup yang lain. Bakteri adalah organisme uniselluler dan prokariot serta umumnya tidak memiliki klorofil dan berukuran renik (mikroskopis).

**Ciri-ciri Bakteri**

Bakteri memiliki ciri-ciri yang membedakannnya dengan mahluk hidup lain yaitu:

1. Organisme uniselular (Bersel satu)
2. Prokariot (tidak memiliki membran inti sel )
3. Umumnya tidak memiliki klorofil
4. Memiliki ukuran tubuh yang bervariasi antara 0,12 s/d ratusan mikron umumnya memiliki ukuran rata-rata 1 s/d 5 mikron.
5. Memiliki bentuk tubuh yang beraneka ragam
6. Hidup bebas atau parasit
7. Yang hidup di lingkungan ekstrim seperti pada mata air panas,kawah atau gambut dinding selnya tidak mengandung peptidoglikan
8. Yang hidupnya kosmopolit diberbagai lingkungan dinding selnya mengandung peptidoglikan

**Struktur Bakteri**

Struktur bakteri terbagi menjadi dua yaitu:

1. Struktur dasar (dimiliki oleh hampir semua jenis bakteri)
Meliputi: dinding sel, membran plasma, sitoplasma, ribosom, DNA, dan granula penyimpanan
2. Struktur tambahan (dimiliki oleh jenis bakteri tertentu)
Meliputi kapsul, flagelum, pilus, fimbria, klorosom, Vakuola gas dan endospora

Gambar 21. Struktur Sel Bakteri

**Struktur dasar bakteri**

1. Dinding sel tersusun dari peptidoglikan yaitu gabungan protein dan polisakarida (ketebalan peptidoglikan membagi bakteri menjadi bakteri gram positif bila peptidoglikannya tebal dan bakteri gram negatif bila peptidoglikannya tipis).
2. Membran plasma adalah membran yang menyelubungi sitoplasma tersusun atas lapisan fosfolipid dan protein.
3. Sitoplasma adalah cairan sel.
4. Ribosom adalah organel yang tersebar dalam sitoplasma, tersusun atas protein dan RNA.
5. Granula penyimpanan, karena bakteri menyimpan cadangan makanan yang dibutuhkan.

**Struktur tambahan bakteri**

1. Kapsul atau lapisan lendir adalah lapisan di luar dinding sel pada jenis bakteri tertentu, bila lapisannya tebal disebut kapsul dan bila lapisannya tipis disebut lapisan lendir. Kapsul dan lapisan lendir tersusun atas polisakarida dan air.
2. Flagelum atau bulu cambuk adalah struktur berbentuk batang atau spiral yang menonjol dari dinding sel.
3. Pilus dan fimbria adalah struktur berbentuk seperti rambut halus yang menonjol dari dinding sel, pilus mirip dengan flagelum tetapi lebih pendek, kaku dan berdiameter lebih kecil dan tersusun dari protein dan hanya terdapat pada bakteri gram negatif. Fimbria adalah struktur sejenis pilus tetapi lebih pendek daripada pilus.
4. Klorosom adalah struktur yang berada tepat dibawah membran plasma dan mengandung pigmen klorofil dan pigmen lainnya untuk proses fotosintesis. Klorosom hanya terdapat pada bakteri yang melakukan fotosintesis.
5. Vakuola gas terdapat pada bakteri yang hidup di air dan berfotosintesis.
6. Endospora adalah bentuk istirahat (laten) dari beberapa jenis bakteri gram positif dan terbentuk didalam sel bakteri jika kondisi tidak menguntungkan bagi kehidupan bakteri. Endospora mengandung sedikit sitoplasma, materi genetik, dan ribosom. Dinding endospora yang tebal tersusun atas protein dan menyebabkan endospora tahan terhadap kekeringan, radiasi cahaya, suhu tinggi dan zat kimia. Jika kondisi lingkungan menguntungkan endospora akan tumbuh menjadi sel bakteri baru.

**Bentuk Bakteri**

Bentuk dasar bakteri terdiri atas bentuk bulat (kokus), batang (basil),dan spiral (spirilia) serta terdapat bentuk antara kokus dan basil yang disebut kokobasil.

Berbagai macam bentuk bakteri :

**1. Bakteri Kokus :**

1. Monokokus
yaitu berupa sel bakteri kokus tunggal
2. Diplokokus
yaitu dua sel bakteri kokus berdempetan
3. Tetrakokus yaitu empat sel bakteri kokus berdempetan berbentuk segi empat.
4. Sarkina yaitu delapan sel bakteri kokus berdempetan membentuk kubus
5. Streptokokus yaitu lebih dari empat sel bakteri kokus berdempetan membentuk rantai.
6. Stapilokokus yaitu lebih dari empat sel bakteri kokus berdempetan seperti buah anggur

Gambar 22. Bakteri Kokus

**2. Bakteri Basil :**

1. Monobasil yaitu berupa sel bakteri basil tunggal
2. Diplobasil yaitu berupa dua sel bakteri
basil berdempetan
3. Streptobasil yaitu beberapa sel bakteri basil berdempetan membentuk rantai

****

Gambar 23. Bakteri Basil

**3. Bakteri Spirilia :**

1. Spiral yaitu bentuk sel bergelombang
2. Spiroseta yaitu bentuk sel seperti sekrup
3. Vibrio yaitu bentuk sel seperti tanda baca koma

Gambar 24. Bakteri Spirilia

**Alat Gerak Bakteri**

Alat gerak pada bakteri berupa flagellum atau bulu cambuk adalah struktur berbentuk batang atau spiral yang menonjol dari dinding sel. Flagellum memungkinkan bakteri bergerak menuju kondisi lingkungan yang menguntungkan dan menghindar dari lingkungan yang merugikan bagi kehidupannya. Flagellum memiliki jumlah yang berbeda-beda pada bakteri dan letak yang berbeda-beda pula yaitu

1. Monotrik : bila hanya berjumlah satu

contoh : *Pseudomonas aeroginosa*

1. Lofotrik : bila banyak flagellum disatu sisi

Contoh : *Pseudomonas fluorescen, Proteus mirabilis*

1. Amfitrik : bila banyak flagellum dikedua ujung

Contoh : *Chromobacterium, Violaceum*

1. Peritrik : bila tersebar diseluruh permukaan sel bakteri

*Contoh : Borrellia novyi, Proteus Vulgaris,*  *Salmonella typhosa,*  *Escherichia coli.*

1. Atrik : Tidak mempunyai flagel

contoh : *Clostridium tetani*.

**Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri**

Pertumbuhan pada bakteri mempunyai arti perbanyakan sel dan peningkatan ukuran populasi. Faktor–faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri atau kondisi untuk pertumbuhan optimum adalah :

1. Suhu
2. Derajat keasaman atau pH
3. Konsentrasi garam
4. Sumber nutrisi
5. Zat-zat sisa metabolisme
6. Zat kimia

Hal tersebut diatas bervariasi menurut spesies bakterinya.

**Cara Perkembangbiakan Bakteri**

Bakteri umumnya melakukan reproduksi atau berkembang biak secara *aseksual* (vegetatif = tak kawin) dengan membelah diri. Pembelahan sel pada bakteri adalah *pembelahan biner* yaitu setiap sel membelah menjadi dua.

Reproduksi bakteri secara *seksual* yaitu dengan pertukaran materi genetik dengan bakteri lainnya. Pertukaran materi genetik disebut rekombinasi genetik atau rekombinasi DNA. Rekombinasi genetik dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu:

1. Transformasi adalah pemindahan sedikit materi genetik, bahkan satu gen saja dari satu sel bakteri ke sel bakteri yang lainnya.

Gambar 25. Transformasi Bakteri

 

1. Transduksi adalah pemindahan materi genetik satu sel bakteri ke sel bakteri lainnnya dengan perantaraan organisme yang lain yaitu bakteriofage (virus bakteri).

Gambar 26. Transduksi Bakteri

1. Konjugasi adalah pemindahan materi genetik berupa plasmid secara langsung melalui kontak sel dengan membentuk struktur seperti jembatan diantara dua sel bakteri yang berdekatan. Umumnya terjadi pada bakteri gram negatif.



Gambar 27. Konjugasi Bakteri

**PERANAN BAKTERI**

Dalam kehidupan manusia bakteri mempunyai peranan yang menguntungkan maupun yang merugikan.

1. **Bakteri Yang Menguntungkan**
2. **Bakteri pengurai**

Bakteri saprofit menguraikan tumbuhan atau hewan yang mati, serta sisa-sisa atau kotoran organisme. Bakteri tersebut menguraikan [protein](http://id.wikipedia.org/wiki/Protein), [karbohidrat](http://id.wikipedia.org/wiki/Karbohidrat) dan senyawa organik lain menjadi CO2, gas amoniak, dan senyawa-senyawa lain yang lebih sederhana. ex ; *Escherichia colii*

1. **Bakteri nitrifikasi**

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

* Oksidasi amoniak menjadi nitrit oleh bakteri nitrit.🡪 nitritasi.
* Oksidasi senyawa nitrit menjadi nitrat oleh bakteri nitrat🡪nitratasi.

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

1. **Bakteri nitrogen**

Bakteri nitrogen adalah bakteri yang mampu mengikat [nitrogen](http://id.wikipedia.org/wiki/Nitrogen) bebas dari udara dan mengubahnya menjadi suatu senyawa yang dapat diserap oleh tumbuhan. Karena kemampuannya mengikat nitrogen di udara, bakteri-bakteri tersebut berpengaruh terhadap nilai ekonomi tanah pertanian. Bakteri nitrogen yang hidup bebas yaitu [*Azotobacter chroococcum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Azotobacter_chroococcum&action=edit&redlink=1)*,* [*Clostridium pasteurianum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Clostridium_pasteurianum&action=edit&redlink=1)*, dan* [*Rhodospirillum rubrum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Rhodospirillum_rubrum&action=edit&redlink=1)*.*

Bakteri nitrogen yang hidup bersimbiosis dengan tanaman polong-polongan yaitu [*Rhizobium leguminosarum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Rhizobium_leguminosarum&action=edit&redlink=1), yang hidup dalam akar membentuk nodul atau bintil-bintil akar. Tumbuhan yang bersimbiosis dengan *Rhizobium* banyak digunakan sebagai pupuk hijau seperti *Crotalaria*, *Tephrosia*, dan *Indigofera*. Akar tanaman polong-polongan tersebut menyediakan karbohidrat dan senyawa lain bagi bakteri melalui kemampuannya mengikat nitrogen bagi akar.

1. **Bakteri usus**

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

1. **Bakteri fermentasi**

Beberapa makanan hasil fermentasi dan mikroorganisme yang berperan:

Tabel 7. Produk Hasil Fermentasi

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

1. **Bakteri penghasil antibiotic**

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

[*Bacillus brevis*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bacillus_brevis&action=edit&redlink=1)*,* menghasilkan [terotrisin](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Terotrisin&action=edit&redlink=1)

[*Bacillus subtilis*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bacillus_subtilis&action=edit&redlink=1)*,* menghasilkan [basitrasin](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Basitrasin&action=edit&redlink=1)

[*Bacillus polymyxa*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bacillus_polymyxa&action=edit&redlink=1), menghasilkan [polimixin](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Polimixin&action=edit&redlink=1)

1. **Bakteri Yang Merugikan**
2. **Bakteri perusak makanan**

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

[*Clostridium botulinum*](http://id.wikipedia.org/wiki/Clostridium_botulinum), 🡪 racun botulinin, seringkali terdapat pada makanan kalengan

[*Pseudomonas cocovenenans*](http://id.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_cocovenenans), 🡪 asam bongkrek, [Leuconostoc mesenteroides](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Leuconostoc_mesenteroides&action=edit&redlink=1)*, 🡪 pelendiran makanan*

1. **Bakteri denitrifikasi**

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

1. **Bakteri pathogen**

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

Tabel 8. Bakteri Penyebab Penyakit Pada Manusia

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

*Bakteri penyebab penyakit pada hewan :*

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

*Bakteri penyebab penyakit pada tumbuhan :*

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

Proses-proses peruraian bahan makanan oleh mikroorganisme adalah sebagai berikut
a. asam amino + amin + amonia + hidrogen sulfide🡪Bahan pangan protein + mikroorganisme proteolitik

 b. asam + alkohol gas🡪Bahan pangan berkarbohidrat + mikroorganisme peragi karbohidrat
c. asam lemak + gliserol🡪Bahan pangan berlemak + mikroorganisme lipolitik

**RANGKUMAN**

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan mikrobiologi pangan adalah:

Bahan makanan merupakan salah satu tempat yang paling memungkinkan bagi pertumbuhan mikroorganisme. beberapa alasan yang mendasari pentingnya mikroorganisme dalam bahan makanan, yaitu:

1. Adanya mikroorganisme, terutama jumlah dan macamnya dapat menentukan taraf mutu bahan makanan.
2. Mikroorganisme tersebut dapat menyebabkan kerusakan bahan makanan
3. Beberapa jenis mikroorganisme tertentu dapat digunakan untuk membuat produk-produk makanan khusus.
4. Mikroorganisme dapat digunakan sebagai makanan atau makanan tambahan bagi manusia dan hewan.
5. Beberapa penyakit dapat berasal dari makanan.

Bahan makanan, selain merupakan sumber gizi bagi manusia, juga merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme. Pada umumnya bahan makanan merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan pangan dapat menyebabkan perubahan yang menguntungkan seperti perbaikan bahan pangan secara gizi, daya cerna ataupun daya simpannya. Selain itu pertumbuham mikroorganisme dalam bahan pangan juga dapat mengakibatkan perubahan fisik atau kimia yang tidak diinginkan, sehingga bahan pangan tersebut tidak layak dikomsumsi. Kejadian ini biasanya terjadi pada pembusukan bahan pangan.

**LATIHAN SOAL**

1. Jelaskan sejarah perkembangan Mikrobiologi menurut beberapa tokoh/ilmuan biologi!
2. Jelaskan pengertian Mikrobiologi pangan !
3. Jelaskan perubahan yang ditimbulkan oleh pertumbuhan mikroba pada pangan !
4. Jelaskan bagaimana pengaruh aktivitas air [aw] terhadap pertumbuhan mikroba!
5. Jelaskan penggolongan mikroba berdasarkan kisaran suhu pertumbuhannya!
6. Berdasarkan kebutuhannya akan oksigen, mikroba dibedakan atas 4 kelompok, jelaskan!
7. Jelaskan bagaimana pengaruh kelembaban terhadap pertumbuhan mikroba!
8. Jelaskan Perbedaan sel prokariotik dan sel eukariotik!
9. Jelaskan produk hasil ternak yang berasal dari proses fermentasi!
10. Jelaskan golongan jenis bakteri yang dipakai sebagai starter produk susu Yoghurt!