

FERMENTASI

Oleh :
Dra. INGGIT WINARNI
NIP. 131945653

UNIVERSITAS TERBUKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TERBUKA
1996

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan yang berjudul "FERMENTASI".

Adapun penulisan ini bertujuan untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan fermentasi, meliputi perkembangan fermentasi, macam makanan hasil fermentasi, proses fermentasi dan teknologinya, faktor-faktor yang berpengaruh serta mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi.

Dengan selesainya penulisan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tulisan ini.

Penulis sadar akan keterbatasan kemampuan yang dimiliki, maka segala kekurangan dalam penulisan ini, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan penulisan ini. Semoga tulisan ini ada manfaatnya bagi yang memerlukannya.

Jakarta, Nopember 1996.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
I. PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Tujuan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
1. Macam Makanan.....	5
2. Proses Fermentasi dan Teknologi.....	6
III. FERMENTASI.....	8
1. Pengertian Fermentasi.....	8
2. Faktor-faktor yang Berpengaruh.....	9
IV. MIKROORGANISME YANG BERPERAN DALAM FERMENTASI.....	13
1. Bakteri	13
2. Kapang.....	16
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	18
1. Kesimpulan.....	18
2. Saran.....	18
VI. DAFTAR PUSTAKA.....	19

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Beberapa Tahapan Perkembangan Teknologi Pangan di Indonesia.....	2
2. Jenis Bakteri yang Berperan dalam Fermentasi.....	15
3. Jenis Kapang yang Berperan dalam Fermentasi.....	17

UNIVERSITAS TERBUKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Skema Komponen Penting dalam Proses Fermentasi.....	7
2. Hubungan Antara Jumlah Asam dan Pertumbuhan Mikroba pada Susu.....	10

UNIVERSITAS TERBUKA

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Mengingat betapa strategisnya posisi industri pangan/pengolahan hasil pertanian, maka dalam pengembangannya, perhatian sepenuhnya baik dari segi teknis dan ekonomis harus selalu diberikan. Perkembangan teknologi dan kemajuan masyarakat menuntut inovasi yang terus menerus dalam hal jenis dan bentuk produk, kemasan maupun teknik-teknik pemasaran secara terpadu. Dengan semakin meningkatnya kesadaran konsumen, industri dituntut untuk dapat menyediakan produk-produk pangan olahan yang menarik dengan mutu yang baik dan aman serta harga terjangkau.

Perkembangan industri pangan berlangsung seiring sejalan dengan berkembangnya teknologi pangan di Indonesia. Sebelum dikenalnya teknologi pangan modern yang bersifat massal yang diimpor dari negara-negara Barat di Indonesia telah berkembang teknologi pangan tradisional, misalnya teknologi fermentasi (tempe, oncom, tape, brem, tauco, trasi dan petis), teknologi pengawetan dengan garam atau gula (asinan, manisan), teknologi pengaturan kadar air atau aktivitas air (AW), misalnya makanan kering atau setengah basah (kerupuk, dendeng dan dodol).

Berdasarkan waktunya maka era urutan perkembangan teknologi pangan di Indonesia dapat dibagi ke dalam beberapa periode waktu seperti tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Beberapa tahapan perkembangan teknologi pangan di Indonesia

... s/d tahun 1965
- Teknologi fermentasi
- Teknologi pengaturan AW
Tahun 1966 - 1970
- Teknologi pengeringan
- Teknologi pengalengan
Tahun 1970 - 1980
- Peningkatan teknologi pengeringan
- Peningkatan teknologi pengalengan
- Minuman ringan
- Makanan cepat hidang (<i>instant food</i>)
- Minuman karton aseptik
Tahun 1980 - sekarang
- Makanan untuk target pasar tertentu
- Pembekuan cepat
- Peningkatan fungsi kemasan
- Teknologi ekstrusi

Konsep-konsep yang berdasarkan pada ilmu belum banyak disentuh pada pengembangan teknologi tersebut. Teknologi fermentasi misalnya telah melibatkan bakteri, kapang dan khamir, tetapi penggunaan jasad renik ini hanya berdasarkan pada kebiasaan dan pengalaman saja.

Upaya untuk meningkatkan proses fermentasi ke teknik yang lebih canggih terus dilaksanakan.

Indonesia sudah lama mengenal teknologi memanfaatkan organisme hidup, dalam hal ini mikroorganisme, untuk berbagai kepentingan manusia.

Sebagian besar adalah bioteknologi tingkat rendah, misalnya pembuatan tempe, oncom, tape dan makanan minuman fermentasi pada umumnya. Sejak tahun 1960 makanan dan minuman fermentasi mulai mendapat perhatian dari para ilmuwan sesudah lebih banyak terungkap mengenai mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasinya. Ilmu pengetahuan membuktikan bahwa dengan mengetahui sifat-sifat mikroorganisme kita dapat meningkatkan produksinya, kita dapat memperoleh rasa dan aroma yang lebih harum dan enak dari produk fermentasinya. Mulailah orang mendalami apa yang sebenarnya dilakukan mikroorganisme-mikroorganisme terhadap bahan mentahnya sampai dapat diperoleh suatu hasil yang enak. Misalnya, mengapa tempe kedelai lebih enak daripada kedelai yang direbus saja; mengapa tape singkong atau tape ketan lebih enak daripada singkong rebus atau masak; mengapa oncom Bandung lebih enak daripada ampas kacang tanah yang dikukus. Memang masyarakat tidak sadar bahwa sebelum tempe atau tape, atau oncom dihidangkan kepada kita, bahan-bahan mentah tersebut telah mengalami perubahan-perubahan kimia yang disebabkan oleh mikroorganisme yang terdapat di dalam laru atau ragi yang telah dengan sengaja dimasukkan oleh si pembuat tempe atau tape ke dalam kedelai rebus atau ketan masak. Pada waktu ini para produsen tempe, tape dan oncom telah sadar bahwa mereka perlu menambah pengetahuan mengenai proses fermentasinya, bahkan mereka minta para mikrobiologawan untuk memberikan ceramah-ceramah kepada mereka selain untuk menambah pengetahuan umum, juga untuk mencegah kegagalan pada proses-proses fermentasi sehubungan dengan keadaan lingkungan di sekitar mereka.

2. Tujuan

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan fermentasi, antara lain:

- . perkembangan fermentasi
- . macam makanan hasil fermentasi
- . proses fermentasi dan teknologinya
- . faktor-faktor yang berpengaruh, dan
- . mikroorganisme yang berperan.

UNIVERSITAS TERBUKA

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dewasa ini banyak dijumpai bahan sisa makanan dari hasil industri, seperti ampas tahu, ampas minyak kelapa dan lain-lain. Disamping bahan sisa ini banyak mengandung benda-benda tambahan yang sifatnya mengotori, juga nilai gizi yang dikandung jauh lebih rendah dari hasil utamanya.

Pemanfaatan bahan sisa ini selain dapat mengatasi pengotoran terhadap lingkungan juga dapat membantu memecahkan masalah kekurangan bahan pangan, yaitu dengan jalan mengolahnya menjadi makanan dan diusahakan sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan makanan dengan hasil kualitas nilai gizi terutama protein yang lebih tinggi dari bahan substrat asalnya dan tidak membahayakan bagi tubuh manusia, yang dikenal dengan proses fermentasi.

1. Macam Makanan

Didukung dengan keadaan Indonesia yang beriklim tropis, sehingga bermacam mikroorganisme dapat tumbuh subur, maka penduduk dapat memanfaatkan keadaan ini dengan menggunakan mikroorganisme tersebut untuk membuat berbagai makanan hasil fermentasi, misalnya kecap, tape, tempe, keju, yoghurt, dan lain-lain.

Para mikrobiolog di bidang fermentasi pangan senantiasa berupaya mempelajari proses fermentasi makanan tradisional Indonesia untuk mengembangkannya ke tingkat industri sebagaimana di negara-negara maju. Di dunia barat, yoghurt, susu asam, semuanya sudah diproduksi pada skala industri, dan ini hanya mungkin sesudah para ilmuwan barat mempelajari mikroorganisme apa saja yang berperan dalam proses-proses itu, bagaimana sifat-sifatnya, bagaimana mikroorganisme itu harus diperlakukan agar mau memberikan produk yang lebih baik, dan dalam waktu yang lebih singkat, dan sebagainya.



2. Proses Fermentasi dan Teknologi

Fermentasi adalah suatu proses oksidasi karbohidrat anaerob atau anaerob sebagian. Dalam suatu proses fermentasi bahan pangan, Natrium Chlorida bermanfaat untuk membatasi pertumbuhan organisme pembusuk dan mencegah pertumbuhan sebagian besar organisme yang lain. Bakteri tertentu toleran dan tumbuh di dalam larutan berkadar garam tinggi.

Fermentasi adalah suatu kegiatan penguraian bahan-bahan karbohidrat. Pada proses fermentasi biasanya tidak menimbulkan bau busuk dan biasanya menghasilkan gas karbondioksida. Berbeda dengan pembusukan, pembusukan adalah berkenaan dengan kegiatan umum mikroba pada bahan-bahan yang berprotein, dan pada pembusukan ini bahan-bahan yang dilepaskan dapat mengandung karbondioksida, akan tetapi ditandai dengan karakteristik gas hidrogen sulfida dan produk-produk penguraian protein yang mengandung belerang. Suatu fermentasi yang busuk biasanya adalah fermentasi yang mengalami kontaminasi. Asinan atau acar yang busuk merupakan hasil dari pertumbuhan mikroba yang menguraikan protein, sedangkan fermentasi yang normal adalah perubahan karbohidrat menjadi asam.

Walaupun fermentasi merupakan salah satu metode pengawetan bahan pangan yang kuno, tetapi pengertian dan penjelasan secara ilmiah dari proses ini baru saja berkembang seratus tahun yang lalu.

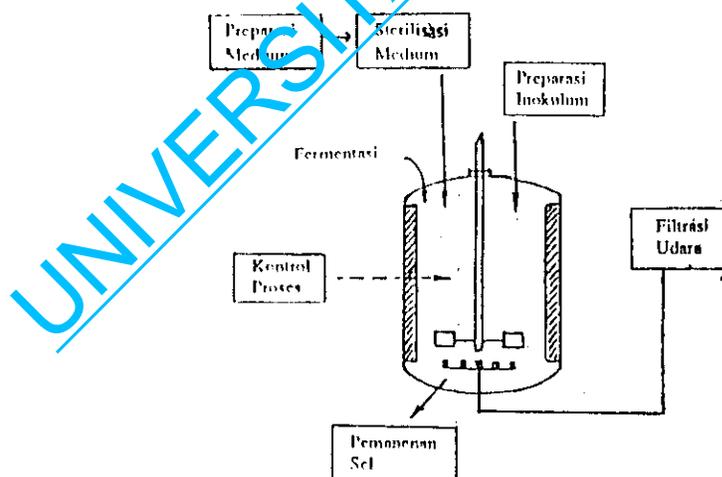
Pada dasarnya teknologi fermentasi adalah upaya manusia untuk mencapai kondisi optimal agar proses fermentasi dapat memperoleh hasil yang maksimal serta sesuai dengan target yang direncanakan secara kualitatif ataupun kuantitatif. Bahan-bahan utama yang diperlukan untuk dapat berlangsungnya suatu proses fermentasi adalah berbagai jenis mikroorganisme atau berbagai jenis enzim yang dihasilkannya. Jadi proses dapat berlangsung oleh adanya enzim saja. Demikian banyak jenis mikroorganisme maupun hewan dan tumbuh-tumbuhan, maka teknologi prosesnya pun dapat sangat bervariasi.

Beberapa langkah utama yang diperlukan dalam melakukan suatu proses fermentasi, adalah:

- a. Seleksi mikroba ataupun enzim yang sesuai dengan tujuan
- b. Seleksi media sesuai dengan tujuan
- c. Sterilisasi semua bagian penting untuk mencegah kontaminasi oleh mikroorganisme yang tidak dikehendaki.
- d. Penelitian semua perlengkapan terutama bagian pengendali proses
- e. Evaluasi hasil maupun prosesnya menyeluruh.

Fermentasi bahan pangan adalah sebagai hasil kegiatan beberapa jenis mikroorganisme diantara beribu-ribu jenis bakteri, khamir dan kapang yang telah dikenal. Mikroorganisme yang memfermentasikan bahan pangan untuk menghasilkan perubahan yang diinginkan dapat dibedakan dari mikroorganisme-mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan dan penyakit yang ditularkan melalui makanan.

Dari organisme-organisme yang berperan dalam fermentasi bahan pangan yang paling penting adalah bakteri pembentuk asam laktat, bakteri pembentuk asam asetat dan beberapa jenis khamir penghasil alkohol. Jenis-jenis kapang tertentu juga berperan utama dalam fermentasi beberapa bahan pangan.



Gambar 1. Skema komponen penting dalam proses fermentasi (sumber; Yudoamidjoyo, et.al, 1992).

III. FERMENTASI

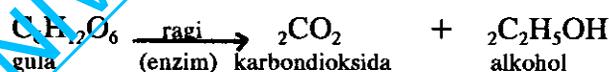
Pada dasarnya bahan pangan hasil fermentasi terdiri atas 4 (empat) komponen utama, yaitu air, protein, karbohidrat dan lemak yang kandungannya dapat berbeda-beda, dari bahan pangan yang satu dengan yang lain. Perbedaan ini disebabkan bahan dasar yang digunakan dalam fermentasi berbeda.

Fermentasi merupakan salah satu cara pengawetan makanan. Berbeda dengan cara pengawetan makanan yang lain, misalnya: pemanasan, pendinginan, pengeringan, radiasi, dan lain-lain. Yang ditujukan untuk mengurangi jumlah mikroba, maka proses fermentasi adalah sebaliknya, yaitu memperbanyak jumlah mikroba yang berguna untuk menggiatkan metabolisme di dalam produk.

Disamping itu dalam fermentasi jumlah atau jenis mikroba yang digunakan sangat terbatas, yaitu disesuaikan dengan hasil akhir yang dikehendaki.

1. Pengertian Fermentasi

Yang dimaksud dengan fermentasi adalah reaksi oksidasi reduksi di dalam sistem biologi yang menghasilkan energi sebagai donor dan aseptor elektron digunakan senyawa organik. Senyawa organik yang biasa dipergunakan ialah karbohidrat dalam bentuk glukosa. Glukosa akan dihidrolisa oleh katalis enzim menjadi suatu bentuk yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna oleh tubuh. Adapun reaksi fermentasi secara sederhana adalah seperti berikut ini:



Lebih singkatnya fermentasi adalah proses pengubahan suatu senyawa kimia yang lebih kompleks menjadi senyawa lain yang lebih sederhana susunannya, oleh kegiatan enzim yang dihasilkan oleh mikroba yang mampu mencegah atau menghambat kegiatan mikroorganisme pembusuk.

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba pada substrat organik yang sesuai. Mikroba yang bersifat fermentatif dapat menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan, yaitu pembentukan Karbohidrat dan turunannya, terutama menjadi alkohol, asam dan CO₂. Perubahan-perubahan yang dimaksud selama proses fermentasi berlangsung, adalah:

- Perubahan fisik, meliputi pH dan suhu
- Perubahan mikroba
- Perubahan kimiawi, meliputi kandungan lemak, air, protein, Karbohidrat, serat kasar dan abu.

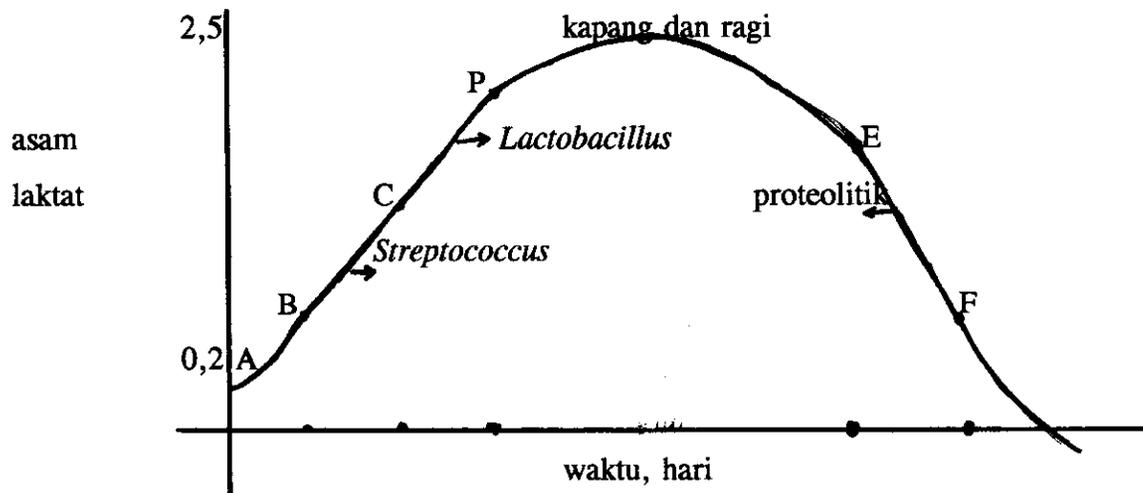
2. Faktor-faktor yang berpengaruh

Mengingat sebagian besar produk akhir daripada fermentasi adalah makanan yang langsung dikonsumsi oleh masyarakat, dimana makanan hasil fermentasi ini juga dapat menghasilkan toksin yang berbahaya bagi masyarakat yang mengkonsumsinya maka ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, agar proses fermentasi berlangsung sempurna.

Faktor tersebut menurut Winarno, dkk (1980), adalah

a. Asam

Makanan yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika persediaan oksigen cukup, maka fermentasi berlangsung terus sehingga daya awet dari asam tersebut akan hilang. Keadaan ini dimanfaatkan oleh mikroba lain seperti yang terjadi pada susu. Mula-mula yang dominan adalah *Streptococcus lactis*, yang dapat menghasilkan asam laktat. Tetapi pertumbuhan dari bakteri ini akan terhambat oleh keasaman yang dihasilkan sendiri, sehingga bakteri tersebut akan menjadi inaktif, dan tumbuh bakteri jenis lain, yaitu *Lactobacillus*, yang juga akan menghasilkan asam lebih banyak sampai jumlah tertentu, sehingga dapat menghambat pertumbuhannya. Dan terbentuklah menjadi curd susu dan menghasilkan gas yang berbau busuk.



Gambar 2. Hubungan antara Jumlah Asam dan Pertumbuhan Mikroba pada Suhu.

b. *Alkohol*

Dalam fermentasi anggur, kandungan alkohol yang terbentuk tergantung pada kandungan gula di dalam buah anggur, macam ragi, suhu fermentasi jumlah oksigen. Seperti mikroba lainnya yang menghasilkan asam, ragi tidak tahan terhadap alkohol dalam kadar 12 - 15%. Sebagai contoh misalnya anggur asli biasanya mengandung alkohol 9 - 13% dari hasil fermentasi. Untuk itu sebagai pengawet, maka anggur difermentasi atau ditambahkan hasil penyulingan atau fortifikasi untuk mencapai konsentrasi 20%.

c. *Mikroba*

Fermentasi biasa dilakukan dengan menggunakan kultur murni yang dihasilkan di laboratorium. Kultur murni ini dapat disimpan dalam keadaan kering atau ditukukan. Tetapi kadang-kadang tidak dengan kultur murni. Misalnya pada pembuatan tempe atau oncom, digunakan hancuran tempe/oncom yang sudah jadi, demikian juga dalam pembuatan keju, yaitu memasukkan curd yang telah menggumpal ke dalam cairan susu, atau juga pada pembuatan anggur, yaitu dengan cara memasukkan anggur yang telah jadi ke dalam sari buah anggur.

Di Indonesia pada umumnya makanan yang dibuat melalui proses fermentasi tidak menggunakan kultur murni. Hanya beberapa jenis makanan yang menggunakan kultur murni, yaitu pembuatan anggur, bir, keju, cuka, sosis, roti dan lain-lain.

d. *Suhu*

Suhu sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Misalnya pada pembuatan sayur asin, terdapat 3 macam mikroba yang akan mengubah gula dari kubis menjadi asam asetat, asam laktat dan hasil-hasil lainnya. Mikroba tersebut adalah *Leuconostoc mesenteroides*, yang mempunyai suhu optimum 21°C, *Lactobacillus cucumeris* dan *L. pentoaceticus* yang mempunyai suhu optimal lebih tinggi. Pada suhu di atas 21°C *Leuconostoc* tidak dapat tumbuh, sehingga tidak terbentuk asam asetat, tapi akan tumbuh *Lactobacillus*, yang dapat membentuk asam laktat.

e. *Oksigen*

Oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba. O₂ berguna untuk pertumbuhan atau pembentukan sel baru dan untuk fermentasi terhadap gula menjadi alkohol, jauh lebih cepat pada keadaan anaerobik. Kebutuhan akan O₂ dari masing-masing mikroba tidak sama, baik untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru dan untuk fermentasi. Misal ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan ragi anggur (*S. ellipsoideus*) keduanya akan tumbuh lebih baik pada keadaan aerobik, tetapi keduanya akan melakukan fermentasi terhadap gula jauh lebih cepat pada keadaan anaerobik.

f. *Garam*

Ketahanan terhadap garam masing-masing mikroba berbeda. Beberapa mikroba ada yang toleran terhadap konsentrasi garam 10 - 18% tetapi ada pula mikroba yang tidak toleran, yaitu beberapa mikroba proteolitik dan penyebab

kebusukan tidak toleran pada konsentrasi garam kira-kira 2,5% dan terutama tidak toleran terhadap kombinasi antara garam dan asam.

Penambahan garam akan menyebabkan pengeluaran air dan gula dari sayur-sayuran, dan menyebabkan timbulnya mikroba asam laktat. Misal, pada pembuatan asinan sayur.

UNIVERSITAS TERBUKA

IV. MIKROORGANISME YANG BERPERAN DALAM FERMENTASI

Seperti telah disebutkan, fermentasi bahan pangan adalah sebagai hasil kegiatan dari beberapa jenis mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi bahan pangan untuk menghasilkan perubahan yang diinginkan dapat dibedakan dari bakteri pembentuk asam laktat, bakteri pembentukan asam asetat dan beberapa jenis khamir penghasil alkohol. Jenis-jenis kapang tertentu juga berperan utama dalam fermentasi beberapa bahan pangan.

Meskipun pada dasarnya fermentasi dapat langsung menggunakan enzim tetapi sampai saat ini, industri fermentasi yang besar-besaran masih memanfaatkan mikroorganisme, antara lain cara ini jauh lebih mudah dan murah.

Mikroba yang banyak digunakan dalam proses fermentasi diantaranya adalah khamir, kapang dan bakteri. Tentunya tidak semua khamir, kapang dan bakteri dapat digunakan secara langsung tetapi diperlukan seleksi dari masing-masing untuk menjamin berlangsungnya proses fermentasi sesuai dengan tujuan.

Mikroba bagi industri fermentasi memang bersifat unik. Artinya persyaratan yang harus dipenuhi sangat bervariasi dan seringkali sulit untuk dipenuhi secara langsung.

1. Bakteri

Meskipun bakteri merupakan organisme yang relatif sangat kecil ternyata keberadaannya dapat menimbulkan pengaruh yang sangat bervariasi.

Diantaranya bakteri dapat sangat berbahaya untuk manusia, hewan maupun tumbuhan tetapi dapat pula sangat berguna. Bagi bakteri yang berbahaya akan selalu dibasmi, sedangkan bakteri yang berguna akan selalu dikembangkan.

Bakteri yang banyak digunakan untuk industri fermentasi dapat digolongkan atas 2 golongan besar yaitu anaerobik dan aerobik. Sebagian besar bakteri yang anaerobik adalah yang dapat menghasilkan butanol, aseton, etanol isopropanol, asam laktat dan yang digunakan pada pembuatan keju.

Diantaranya tentu ada yang aerobik maupun aerobik fakultatif. Golongan aerobik yang terkenal adalah kelompok *Acetobacter*, yang dapat menghasilkan asam asetat, asam glukonat, dihidroksi aseton, sorbose dan lain-lain zat yang mengubah substrat melalui oksidasi.

Berbagai cara fermentasi dapat menghasilkan aseton dan etanol sebagai produk akhir. Salah satu diantaranya adalah industri fermentasi yang bertujuan pokok menghasilkan butanol dan aseton. Industri fermentasi lain mengutamakan butanol dan isopropanol. Ada pula yang mengutamakan aseton dan etanol sebagai produk akhir. Bakteri yang digunakan dalam fermentasi aseton etanol adalah *Bacillus acetoethylicus*.

Contoh lain lagi adalah fermentasi asam laktat yang memerlukan bakteri asam laktat, yang ternyata cukup banyak jenisnya dan yang dianggap sebagai penghasil utama adalah genus *Lactobacillus*, *Streptococcus* dan *Leuconostoc*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini

UNIVERSITAS TERBUKA

Tabel 2. Jenis Bakteri yang Berperan dalam Fermentasi

<i>Produk Fermentasi</i>	<i>Bahan asal</i>	<i>Organisme penyebab perubahan</i>
Asetaldehid	Gula, etanol, asam piruvat dan lain-lain.	Bakteri asam asetat dan butanol-aseton, <i>Escherichia coli</i> , dan lain-lain.
Asam asetat	Etanol, glukosa, selulosa dan lain-lain.	Bakteri asam asetat, heterofermentatif, asam laktat, butanol-aseton, isopropanol, asam propionat, dan selulosa, <i>E.coli</i> .
Asam asetoasetat	Asam asetat.	Bakteri butanol-aseton.
Aseton	Pati, gula, asam asetoasetat, asam asetat, isopropanol.	Bakteri butanol-aseton, etanol-aseton, isopropanol, dan asam asetat.
Butanol	Pati, gula, asam butirrat, dan lain-lain.	Bakteri butanol-aseton dan isopropanol.
Dihidroksiaseton	Gliserol.	Bakteri asam asetat.
Etanol	Gula, pati, selulosa, asetaldehid, dll.	<i>Termotacarium mobile lindner</i> , bakteri butanol-aseton, etanol-aseton, heterofermentatif, asam laktat dan selulosa, <i>E.coli</i> , dan lain-lain.
Fruktosa	Manitol.	Bakteri asam asetat.
Asam galaktonat	Galaktosa.	Bakteri asam asetat.
Galaktosa	Pulsitol	Bakteri asam asetat.
Asam glukonat	Glukosa	Bakteri asam asetat.
Gliserol	Glukosa, dan lain-lain.	Bakteri heterofermentatif asam laktat.
Asam laktat	Pati, sukrosa, glukosa, fruktosa, dll.	Bakteri asam laktat, asam propionat dan pectin selulosa, <i>E.coli</i> , dll.
Asam fosfoglisarat-propanol	Gula, heksosedifosfat, asam propionat.	Bakteri asam laktat, <i>E.coli</i> .
Asam piruvat	Gula.	Bakteri butanol-aseton. Bakteri asam butirrat, laktat, dan propionat, <i>E.coli</i> .

2. Kapang.

Kapang adalah mikroorganisme yang digolongkan ke dalam tumbuhan thallophyta. Kapang tidak berklorofil dan tidak dibagi atas bagian daun, batang dan akar, terdapat dimana-mana terutama dalam tanah.

Peranan kapang dalam kehidupan terutama untuk manusia sangat penting. Kapang patogenik dapat menyebabkan penyakit pada tumbuhan maupun hewan, sedangkan kapang non patogenik umumnya berperan sangat penting dalam melakukan perombakan atau destruksi berbagai bahan organik dalam tanah, seperti kayu, daun, buah, sisa makanan, tekstil, buangan, dan lain sebagainya. Banyak pula jenis kapang yang sangat berguna untuk industri. Diantaranya kapang berperan dalam memematangkan keju menghasilkan asam-asam organik, enzim-enzim dan juga digunakan untuk membuat berbagai produk pangan seperti tempe, kecap, tauco, dan lain sebagainya.

Ditinjau dari bidang perindustrian, diantaranya yang penting adalah genera *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* & *Mucor*. Ternyata perlu diperhatikan bahwa *A. niger* sangat penting dalam industri fermentasi yang menghasilkan asam-asam sitrat, galat dan glukonat. Diantara penicillia terdapat spesies yang penting dalam industri antibiotika, dalam pematangan keju dan produksi asam glukonat dan asam sitrat. Species dari genus *Rhizopus* dan *Mucor* penting dalam proses saccharifikasi bahan-bahan tepung atau pati.

Berbagai *Aspergillus* yang banyak digunakan dalam industri fermentasi adalah *A. flavus* dan *A. oryzae*. Di Jepang *A. oryzae* digunakan dalam pabrik-pabrik sake yang jumlahnya cukup banyak. Fungsi utama kapang ini adalah untuk proses saccharifikasi zat pati keras. Juga digunakan pada pabrik-pabrik Shoyu (kecap asin) dan mico (tauco). Judoamidjojo (1985) melaporkan *A. flavus var collumnaris* banyak digunakan di beberapa pabrik kecap di Jawa Barat, Indonesia. Berbagai galur *A. oryzae* di gunakan pula dalam produksi enzim dengan nama dagang seperti Takadiastase, Polyzyme, Digestin, Oryzyme dan Kashiwagidiastase.

Adapun yang banyak digunakan untuk menghasilkan antibiotika adalah *Penicillium notatum-chrysogenum*.

Berikut ini disajikan beberapa jenis kapang yang berperan dalam fermentasi (tabel 3).

Tabel 3. Jenis Kapang yang Berperan dalam Fermentasi.

<i>Macam makanan</i>	<i>Bahan utama</i>	<i>Mikroba yang aktif</i>
Kecap	Kedelai	<i>Aspergillus oryzae</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Rhizopus sp.</i> <i>Zygosaccharomyces sp.</i> <i>Hansenula sp.</i>
Oncom	Bungkil kacang tanah	<i>Neurospora sitophila</i> (oncom merah) <i>Rhizopus oligosporus</i> (oncom hitam)
Tauco	Kedelai	<i>Aspergillus oryzae</i>
Tempe	Kedelai	<i>Rhizopus oligosporus</i> <i>Rhizopus oryzae</i> <i>Rhizopus arrhizus</i>
Tempe bongkrek	Bungkil kelapa	<i>Rhizopus oligosporus</i> <i>Rhizopus nodosus</i> .

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Pemanfaatan bahan sisa makanan selain dapat mengatasi pengotoran terhadap lingkungan, juga dapat membantu memecahkan masalah kekurangan bahan pangan, dengan jalan mengolahnya menjadi makanan, yang dikenal dengan proses fermentasi.

Fermentasi merupakan salah satu cara pengawetan makanan yang ditujukan untuk memperbanyak jumlah mikroba yang berguna dan menggiatkan metabolisme di dalam produk.

Fermentasi adalah proses perubahan suatu senyawa kimia yang lebih kompleks, menjadi senyawa lain yang lebih sederhana susunannya oleh kegiatan enzim yang dihasilkan oleh mikroba yang mampu mencegah atau menghambat kegiatan mikroorganisme pembusuk.

Proses fermentasi dapat menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan, baik perubahan fisik (pH, suhu), perubahan mikroba, maupun perubahan kimiawi (protein, lemak, karbohidrat)

Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi, antara lain berasal dari golongan bakteri dan Kapang.

2. Saran

Mengingat produk akhir fermentasi adalah makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat, maka faktor asam, alkohol, mikroba, suhu, oksigen dan garam harus diperhatikan betul, agar proses fermentasi dapat berlangsung sempurna, sehingga tidak menimbulkan bahaya keracunan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Aman Wirakartakusumah, M dan Dahrul Syah, 1990. *Pangan : Perkembangan industri Pangan di Indonesia*. Majalah Pangan Vol. II, Juli, hal 20 - 26, Jakarta.
- Ganjar, Indrawati, 1990. *Fermentasi Tempe*. Majalah Aku Tahu, Desember, hal 75 - 76, Jakarta.
- Judoamidjojo, M, dkk, 1990. *Teknologi Fermentasi*. PAU - Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Rajawali, Jakarta.
- Winarno, FG,dkk, 1978. *Pengantar Teknologi Pangan*. Fateta, Bogor.

UNIVERSITAS TERBUKA