

Bab VI

MIKROBIOLOGI INDUSTRI

6.1 Pendahuluan

Mikrobiologi industri adalah ilmu yang mempelajari pemanfaatan mikroorganisme dalam skala besar, dan biasanya dihasilkan dalam jumlah banyak dan bersifat komersial. Mikroorganisme yang dimanfaatkan memiliki kriteria khusus agar tidak membahayakan manusia, karena produk yang dihasilkan seperti vaksin, vitamin, antibodi, enzim, industri kimia adalah bahan yang dibutuhkan manusia. Pada Bab VI ini akan dibahas sejarah mikrobiologi industri, mikroorganisme yang dimanfaatkan dalam proses industri dan produk hasil mikrobiologi industri. Diharapkan setelah mempelajari mikrobiologi industri mahasiswa dapat menjelaskan peran mikroorganisme dalam proses industri, kriteria mikroorganisme industri dan produk mikrobiologi industri.

6.2 Mikrobiologi Industri

6.2.1 Pengertian Mikrobiologi Industri

Mikrobiologi Industri merupakan suatu kajian yang berhubungan dengan penggunaan organisme hidup atau produknya dalam proses industri berskala-besar. Mikrobiolog industri adalah aspek bioteknologi industri yang berhubungan dengan mikroorganisme. Pada saat ini

mikrobiologi industri sudah banyak diperbaharui dengan melakukan penambahan teknik rekayasa genetika pada mikroorganisme yang menguntungkan manusia.

6.2.2 Sejarah Perkembangan

Mikrobiologi industri awalnya dimulai dengan proses fermentasi alkohol, seperti pada pembuatan *beer* dan *wine* (minuman dibuat dari buah anggur). Kemudian pemanfaatan mikroorganisme dikembangkan untuk produksi bahan farmasi seperti antibiotika, produksi makanan tambahan seperti asam amino, serta produksi enzim, dan produksi industri kimia seperti butanol dan asam sitrat. Dengan hadirnya teknologi rekayasa genetika, kita berada dalam era baru mikrobiologi industri. Teknologi gen memungkinkan suatu pendekatan baru secara lengkap terhadap mikrobiologi industri yang menggunakan mikroorganisme yang direkayasa untuk menghasilkan suatu substansi atau bahan yang secara normal tidak dapat dihasilkan. Sebagai contoh, proses pembuatan hormon insulin dikembangkan dengan menyisipkan gen insulin manusia ke dalam suatu bakteri.

Mikroorganisme industri dapat dipisahkan menjadi dua fase yang berbeda:

1. Teknologi mikroorganisme tradisional, yang melibatkan pembuatan produk berskala besar oleh mikroorganisme yang secara normal juga dapat dihasilkan. Dalam proses bioteknologi ini, ahli mikrobiologi pada awalnya memodifikasi organisme atau proses sehingga produk yang diharapkan dapat diperoleh dalam jumlah yang terbanyak.
2. Teknologi mikroorganisme dengan rekayasa genetika, yang melibatkan penggunaan mikroorganisme yang sudah diberi sisipan gen asing. Dalam bioteknologi baru ini, ahli mikrobiologi industri bekerja secara teliti dengan rekayasa genetika dalam mengembangkan mikroorganisme yang sesuai, yang bukan hanya menghasilkan produk yang menarik tetapi juga dapat dibiakkan dalam skala besar yang dibutuhkan secara komersial.

6.3 Peranan Mikroorganismes Dalam Bidang Industri

Tidak semua mikroorganismes yang ada dapat digunakan dalam industri. Mikroorganismes yang diisolasi dari alam memperlihatkan pertumbuhan sel seperti komponen fisiologi utamanya, sedangkan mikroorganismes industri merupakan organismes yang dipilih secara hati-hati sehingga dapat membuat satu atau banyak produk khusus. Bahkan jika mikroorganismes industri yang sudah diisolasi dengan teknik tradisional, mikroorganismes tersebut menjadi organismes yang sangat termodifikasi sebelum memasuki industri berskala besar. Mikroorganismes yang dimanfaatkan dalam bidang industri dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Aplikasi mikroorganismes dalam Industri

Industri	Mikroorganismes	Produk
Kimia	<i>Clostridium</i>	Isopropanol, aseton, butanol (pelarut)
	<i>Bacillus</i>	Asam akrilat (bahan pembuat plastik)
	<i>Bacillus subtilis</i>	Subtilisin (bahan detergen)
	<i>Methanobacterium</i>	Metan
	<i>Micrococcus luteus</i>	Hidrokarbon (petroleum)
	<i>Xanthomonas campestris</i>	Xantan (pengental)
	<i>Magnetospirillum magneticum</i>	Mineral (biomineralisasi)
Pangan	<i>Acetobacter aceti</i>	Asam cuka
	<i>Brevibacterium</i>	(Alanin, triptofan, as. glutamat)
	<i>B. amyuloliquifaciens</i>	Enzim (amilase dan glukosidase)
	<i>Propionobacterium</i>	Vitamin (Cyanocobalamin)
Pertanian	<i>Gibberella fujikuroi</i>	Hormon-tumbuhan (Gibberelin)
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Insektisida
	<i>Rhizobium leguminosorum</i>	Biofertilizer

Sumber: Yulneriwarni (2008)

Sebagian besar mikroorganisme industri, merupakan spesialis metabolik, yang secara spesifik mampu menghasilkan metabolit tertentu dan dalam jumlah yang sangat banyak. Untuk mencapai spesialisasi metabolik tinggi tersebut, strain industri dirubah secara genetika melalui mutasi atau rekombinasi. Jalur metabolik minor biasanya ditekan atau dihilangkan. Sering terdapat ketidakseimbangan metabolik, misalnya kemampuan pertumbuhannya yang rendah, kehilangan kemampuan untuk membentuk spora, dan mengalami perubahan pada komponen biokimia dan selnya.

6.4 Kriteria Mikroorganisme Industri

Suatu mikroorganisme dianggap layak digunakan dalam industri, bukan saja mampu menghasilkan substansi yang menarik, tetapi harus lebih dari itu. Mikroorganisme harus tersedia sebagai biakan murni, sifat genetiknya harus stabil, dan tumbuh dalam biakan berskala besar. Biakan juga harus dapat dipelihara dalam periode waktu yang sangat panjang di laboratorium dan dalam 'plant' industri. Biakan tersebut lebih disukai jika dapat menghasilkan spora dan bentuk sel reproduktif lain sehingga mikroorganisme mudah diinokulasikan ke dalam fermentor besar.

Karakteristik penting yang harus dimiliki mikroorganisme industri yaitu harus tumbuh cepat dan menghasilkan produk yang diharapkan dalam waktu yang relatif singkat, karena alasan sebagai berikut:

1. Alat-alat yang digunakan pada industri berskala besar termasuk mahal, hal tersebut tidak menjadi masalah (secara ekonomi) jika produk dapat dihasilkan dengan cepat.
2. Jika mikroorganisme tumbuh dengan cepat, kontaminasi fermentor akan berkurang.
3. Jika mikroorganisme tumbuh dengan cepat, akan lebih mudah mengendalikan berbagai faktor lingkungan dalam fermentor.

Sifat penting lain yang harus dimiliki mikroorganisme industri adalah:

1. Tidak berbahaya bagi manusia, dan secara ekonomi penting bagi hewan dan tumbuhan.
2. Mudah dipindahkan dari medium biakan. Di laboratorium, sel mikroorganisme pertama kali dipindahkan dengan sentrifugasi, tetapi sentrifugasi bersifat sulit dan mahal untuk industri skala besar.
3. Mikroorganisme lebih disukai jika berukuran besar, karena sel lebih mudah dipindahkan dari biakan dengan penyaringan (dengan bahan penyaring yang relatif murah). Sehingga jamur, ragi, dan bakteri berfilamen lebih disukai. Bakteri unisel, berukuran kecil sehingga sulit dipisahkan dari biakan cair.
4. Mikroorganisme industri harus dapat direkayasa secara genetik.

Dalam mikrobiologi industri tradisional peningkatan hasil diperoleh melalui mutasi dan seleksi. Mutasi akan lebih efektif untuk mikroorganisme dalam bentuk vegetatif dan haploid, dan bersel satu. Pada organisme diploid dan bersel banyak, mutasi salah satu genom tidak akan menghasilkan mutan yang mudah diisolasi. Untuk jamur berfilamen, lebih disukai yang menghasilkan spora karena filamen tidak mampu mempermudah rekayasa genetika. Mikroorganisme juga diharapkan dapat direkombinasi secara genetik, juga dengan proses seksual dan beberapa jenis proses praseksual. Rekombinasi genetik memungkinkan penggabungan genom tunggal sifat genetik dari beberapa organisme. Teknik yang sering digunakan untuk menciptakan hibrid, bahkan tanpa Daur seksual adalah fusi/penggabungan protoplasma, menyertai regenerasi sel vegetatif dan seleksi progeni hibrid.

6.5 Produk Mikrobiologi Industri

Susu merupakan salah satu komoditi yang dapat dimanfaatkan menjadi berbagai jenis produk fermentasi, antara lain seperti keju, yoghurt, susu asam dan lainnya. Susu kaya zat gizi karena mengandung protein, le-

mak, karbohidrat (laktosa), vitamin dan mineral. Umumnya susu yang dikonsumsi oleh masyarakat adalah susu sapi, kerbau dan kambing.

Proses fermentasi susu menghasilkan produk dengan rasa yang disukai serta tekstur lembut. Komponen susu yang paling berperan selama proses fermentasi adalah laktosa dan kasein. Laktosa digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber karbon dan energi dengan hasil metabolismenya adalah asam laktat yang menyebabkan pH susu turun. Suasana asam (pH rendah) menyebabkan keseimbangan kasein terganggu dan pada titik isoelektrik (pH = 4,6), kasein akan menggumpal membentuk koagulan sehingga terbentuk susu semi padat. Pada kondisi tersebut kasein susu bermuatan negatif sedangkan molekul asam laktat selama proses fermentasi bermuatan positif. Persinggungan antara kasein dan asam laktat menyebabkan terjadinya proses netralisasi sehingga kasein mengendap.

Manfaat yang diperoleh dari fermentasi susu yaitu sebagai pengawet alami, meningkatkan nilai gizi, mendapatkan rasa dan tekstur yang disukai serta meningkatkan variasi makanan. Susu fermentasi juga digunakan sebagai minuman untuk tujuan diet (*dietetic purpose*) dan pengobatan (*therapeutic purpose*). Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi susu dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2. Mikroorganisme yang Berperan pada Fermentasi Susu

Produk Fermentasi	Mikroorganisme
Yogurt, kishk, zabaday	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>
Kefir	<i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lb. kefir</i>
Yakult	<i>Lactobacillus casei</i>
Keju	<i>Propionibacterium</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> dan <i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Asidofilus	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Bulgarikus	<i>Lactobacillus caucasicus</i> , <i>Leuconostoc sp.</i> , <i>Saccharomyces kefir</i>

Sumber : Widodo (2002)

6.5.1 Keju

Keju merupakan produk olahan susu yang sudah sangat populer, diperoleh dengan cara menggumpalkan susu penuh, susu skim atau campurannya menggunakan *rennet* suatu jenis enzim yang terdapat dalam perut hewan ruminansia muda. Produk sejenis keju di Indonesia secara tradisional sudah ada seperti *dadih* di Sumatera. Jenis keju sangat bervariasi tergantung pada jenis *starter* yang digunakan. Keju mempunyai umur simpan yang relatif lama sehingga pengolahan ini bisa menjadi pilihan dalam mengatasi kelebihan produksi susu. Keju memiliki beberapa varian, sesuai dari susu yang digunakan untuk membuat keju dan proses yang berbeda, adapun beberapa jenis keju yang beredar dapat dilihat pada Gambar 6.1.



sumber: <http://thumbs.ifood.tv>

(a)



sumber: <http://t3.gstatic.com>

(b)



sumber : <http://april0.wordpress.com>

(c)



sumber: <http://resep.webDDR.net>

(d)



sumber: <http://www.shape-indonesia.com>

(e)

Gambar 6.1. Jenis-jenis keju: (a) keju emmental, (b) keju edam, (c) keju biru, (d) keju mozzarella, dan (e) keju cheddar

Keju juga dapat dibuat dari susu nabati, misalnya susu kedelai. Proses pembuatan keju dari susu kedelai sama seperti dengan menggunakan susu sapi. Perbedaan keju yang dihasilkan terletak dari volume starter yang digunakan dan waktu inkubasi, yang berpengaruh terhadap berat keju dan kadar protein yang terbentuk. Dalam membuat keju harus diperhatikan kebersihan dan higienis dalam proses produksinya, karena akan mempengaruhi kualitas dari keju yang dihasilkan (Retno, 2005).

Proses Pembuatan Keju Cheddar:

Alat dan bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan keju cheddar adalah:

Alat:

1. Panci
2. Gelas ukur
3. Pengaduk
4. Saringan kain atau plastik
5. Alat pencetak
6. Alat peramas
7. Termometer

Bahan:

1. Susu segar
2. Starter keju (*lactic acid*) sebanyak 0,5-2,5% dari susu yang dipakai.
3. Enzim penggumpal/rennet. Bisa memakai rennet tablet yang diencerkan atau rennet cair yang diencerkan. Ukurannya 0,2% dari banyak susu yang dipakai.
4. Air dingin
5. Parafin/lilin.

Prosedur Keja:

1. Siapkan larutan rennet/enzim penggumpal, jika menggunakan tablet rennet maka potong $\frac{1}{4}$ tablet rennet lalu dicairkan dengan 60 ml air dingin. Jika menggunakan rennet cair, ukurannya $\frac{1}{4}$ sendok teh rennet cair diencerkan dengan 60 ml air dingin, aduk rata.

2. Susu dipanaskan dalam panci email selama 30 menit pada suhu 65-70°C (pasteurisasi susu).
3. Susu didinginkan sampai suhu 32°C, lalu tambahkan 0,5-2,5% lactic acid forming starter.
4. Apabila asiditas susu telah sesuai tambahkan 0,2% rennet.
5. Susu akan mulai koagulasi setelah 30 menit, bila curd (gumpalan) telah terbentuk, belah curd secara vertikal dan horizontal menjadi bantalan yang mengapung di atas whey.
6. Secara perlahan diaduk dengan sodokan kayu sambil perlahan dipanaskan sampai suhu 38°C.
7. Bila pH whey sekitar 6,2, buang whey. Bungkus, biarkan 5-10 menit dalam suhu hangat.
8. Pisahkan belahan curd dan setiap bantalan curd ditumpuk.
9. Tingginya tumpukan dan lamanya penumpukan menentukan kualitas keju cheddar. Setelah semua whey dituntaskan dari curd, biarkan selama 10-15 menit, selanjutnya dipotong-potong menjadi blok dengan panjang 25 cm sambil dibolak-balik setiap 10-15 menit selama jangka waktu 2 jam, lalu ditumpuk lagi.
10. Selanjutnya curd diiris memanjang selebar 5 cm dan ditambahkan garam sebanyak 2-3%.
11. Setelah garam meresap kemudian curd didinginkan sampai suhu 27°C dan dipak dengan kain saring, masukkan kedalam cetakan.
12. Tumpuk 10-15 cetakan dan dipress selama 30-60 menit. Keju mulai memadat, tetapi masih berongga.
13. Ikat kain saringan dan pengepresan dilanjutkan selama 12-24 jam sampai keju akan terlihat lembut dan tampak padat.
14. Keluarkan keju dan atur dalam rak dan disimpan pada suhu 10-18°C selama 3-4 hari. Perlakuan ini menyebabkan permukaan keju menjadi kering dan siap dilapisi parafin atau lilin.

6.5.2. Roti

Roti adalah proses tepung terigu yang difermentasikan dengan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*), air dan atau tanpa penambahan makan-

an lain dan dipanggang. Dalam adonan roti dapat ditambahkan gula, garam, susu atau susu bubuk, lemak, pengemulsi dan bahan-bahan pelezat seperti cokelat, keju, kismis dan lain-lain. Manfaat roti diperkaya dengan berbagai macam zat gizi, seperti beta karoten, thiamin (vit B1), riboflavin (vit B2), niasin, serta sejumlah mineral berupa zat besi, iodium, kalsium dan sebagainya. Lihat pada Gambar 6.2.



sumber: <http://countrycake.blogspot.com/2010/08/roti>

(a)



sumber: <http://resep kue.net/roti-tawar/>

(b)

Gambar 6.2 Roti (a) Fermentasi oleh bakteri sehingga adonan roti mengembang, (b) roti tawar

Roti juga diperkaya dengan asam amino tertentu untuk meningkatkan mutu protein bagi tubuh. Kandungan protein yang terdapat dalam roti mencapai 9,7 %, lebih tinggi ketimbang nasi yang hanya 7,8 %, tidak seperti nasi yang hanya memiliki kadar pati 4-8 persen, dalam roti terdapat 13 persen pati. Empat iris roti, roti tawar akan menghasilkan kalori yang setara dengan sepiring nasi. Pada proses fermentasi roti, *Saccharomyces* merubah karbohidrat menjadi karbondioksida dan alkohol. Karbondioksida merupakan gas yang dapat dilepaskan ke udara bebas. Di dalam sebuah adonan, gas yang dihasilkan dari proses fermentasi oleh *Saccharomyces* terjebak oleh pekatnya adonan tersebut, sehingga gas tersebut tidak dapat dilepaskan ke udara bebas.

Gas yang dihasilkan dari proses fermentasi ini dimanfaatkan untuk mengembangkan adonan. Dengan pemanasan pada oven dengan suhu tinggi gas akan memuai, sehingga adonan akan tambah mengembang. Pemanasan juga berfungsi untuk mematikan sel-sel ragi.

Selain hal tersebut, terbentuknya alkohol dari proses fermentasi juga dapat memberikan aroma khas pada adonan. Dengan demikian pemberian *Saccharomyces* dalam pembuatan roti selain berperan dalam mengembangkan adonan juga dapat menambah aroma, sehingga meningkatkan cita rasa konsumen.

6.5.2.1 Prosedur pembuatan

Alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan roti tawar adalah:

Alat :

1. Oven dengan suhu 180°C
2. Loyang atau cetakan roti
3. Baskom
4. Panci
5. Ember
6. Baki
7. Gelas
8. Sendok makan/teh
9. Beker glass
10. Gelas ukur
11. Pengaduk

Bahan:

1. Tepung terigu : 1 kg
2. Ragi roti instan : 2 g
3. Gula pasir : 150 g
4. Telur ayam : 2 butir
5. Mentega : 100 g
6. Garam dapur : 2 g
7. Susu tepung : 500 g
8. Air 600 ml (air hangat yang matang sekitar 35-37°C.)

Prosedur Kerja :

1. Campurkan ragi instan, tepung roti, dan gula, aduk sampai rata.
2. Masukkan margarin, kuning telur, susu, air aduk selama 30 menit hingga kalis.
3. Biarkan adonan selama 30 menit hingga mengembang.
4. Bagilah adonan menjadi beberapa bagian.
5. Diamkan adonan selama 15 menit sampai mengembang, kemudian masukan adonan ke dalam oven dengan suhu sekitar 180°C. biarkanlah selama 1 sampai 2 jam. (bila oven yang digunakan tanpa jendela kontrol, sesekali amati adonan yang sedang dibakar. Hal ini perlu diperhatikan untuk mencegah pembakaran yang berlebih).

6.5.3. Yoghurt

Yoghurt merupakan fermentasi susu oleh bakteri asam laktat yang mempunyai *flavor* khas, tekstur semi padat dan halus, kompak serta rasa asam yang segar. Kata *Yoghurt* mempunyai tekstur yang agak kental sampai kental atau semi padat dengan kekentalan yang homogen akibat dari penggumpalan protein karena asam organik yang dihasilkan oleh kultur starter. *Yoghurt* dibuat dengan menambahkan bakteri yang menguntungkan ke dalam susu yang tidak dipasteurisasi (untuk mengatur keseimbangan antara bakteri dan enzim dari susu) pada suhu dan kondisi lingkungan yang dikontrol.

Bakteri mengolah gula susu alami menjadi asam laktat. Hal itu akan meningkatkan keasaman sehingga menyebabkan protein susu menyusut menjadi massa yang padat atau kental. Peningkatan keasaman dapat mencegah proliferasi (perbanyakkan sel) dari bakteri patogen lainnya. Kultur *yoghurt* melibatkan dua atau lebih bakteri yang berbeda untuk proses fermentasi, yaitu *Streptococcus salivarius*, *Thermophilus*, dan genus *Lactobacillus*, seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus bifidus*. Kultur *yoghurt* mengandung enzim-enzim yang dapat memecah laktosa, beberapa individu yang menderita *lactose intolerant* dapat menik-

mati *yoghurt* tanpa efek yang merugikan. Secara nutrisi, *yoghurt* kaya akan protein dan beberapa vitamin B serta mineral penting lainnya.

Berdasarkan metode produksi, *yoghurt* dibedakan menjadi:

1. Set *yoghurt*, diproduksi dalam tempat-tempat kecil khusus dengan sifat produk berupa cairan kental dan setengah padat.
2. Stirred *yoghurt*, diproses pada tempat yang besar selanjutnya gumpalan yang terbentuk didinginkan pada tempat-tempat yang lebih kecil.
3. Fluid *yoghurt*, hampir sama dengan stirred *yoghurt* hanya berbeda kekentalan (lebih cair).

Berdasarkan citarasa, *yoghurt* dibedakan menjadi:

1. Plain *yoghurt*, tipe tradisional dengan bau yang tajam dan rasa asam (tidak manis).
2. Fruit *yoghurt*, dibuat dengan penambahan buah dan pemanis terhadap plain *yoghurt*.
3. Flavored *yoghurt*, dibuat dengan menambahkan flavor buah dan pewarna sintesis.



Sumber: <http://diyaroma-therapy.files>

(a)

Sumber: <http://thumbs.itood.tv>

(b)

Sumber: <http://berriipop.com>

(c)

Gambar 6.3 Jenis-jenis *yoghurt*, (a) Plain *yoghurt*, (b) Fruit *yoghurt* dan (c) Flavored *yoghurt*

Yoghurt bermanfaat mencegah penyakit saluran pencernaan (diare, gastroenteritis). Ekstrak metanol aseton dari kultur *S. thermophilus* dapat merusak bakteri patogen seperti *Salmonella*, *Shigella*, *Eschericia coli* dan *Pseudomonas sp.* yang menyebabkan penyakit pada manusia.

Kultur starter dalam pembuatan yoghurt adalah pasangan bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* yang akan menghasilkan asam lebih banyak dibandingkan bila digunakan masing-masing.

Asam laktat diproduksi oleh *S. thermophilus* sedangkan aktivitas proteolitik dan peptidase dari *L. bulgaricus* berkontribusi terhadap tekstur dan flavor yoghurt. Selain pasangan bakteri tersebut juga sering pula ditambahkan bakteri lain seperti *L. jugurti*, *L. lactis* atau *L. helveticus*. Prinsip pembuatan yoghurt adalah: susu difermentasi dengan menggunakan biakan campuran *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, sehingga menghasilkan konsistensi menyerupai pudding.

6.5.3.1 Proses Pembuatan Yoghurt:

Alat:

1. Panci email
2. Kompor atau alat pemanas lainnya
3. pH meter

Bahan:

1. Susu sapi segar sebanyak satu liter
2. Biakan murni bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.

Prosedur Kerja:

1. Panaskan susu yang akan difermentasi pada suhu 90°C selama 15-30 menit.
2. Dinginkan susu yang telah dipanaskan sampai suhunya mencapai 40°C.
3. Inokulasikan biakan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* sebanyak 2% dari jumlah susu yang akan difermentasikan, kemudian tutup tempat susu tersebut.
4. Simpanlah susu yang telah diinokulasikan tersebut dalam ruangan yang bersuhu sekitar 43°C selama tiga jam atau sampai tercapai pH 4-5.

5. Dinginkan susu yang telah mencapai pH 4-5 pada suhu 5°C untuk selanjutnya dikemas dalam botol atau tempat lainnya.

6.5.4 Tugas

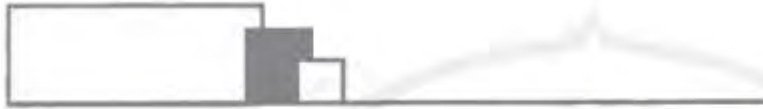
Rancanglah kegiatan mini riset, tentang pembuatan yoghurt dari susu kambing dan susu sapi amatilah perubahan yang terjadi selama proses fermentasi. Setelah produk selesai, bandingkanlah rasa, aroma dan struktur kedua yoghurt tersebut.

6.6 Rangkuman

Mikrobiologi industri merupakan penggunaan mikroorganisme dalam skala besar dalam segala aspek kehidupan manusia seperti kesehatan, pangan, pertanian dan beberapa contoh lain. Mikrobiologi industri diawali dari pembuatan wine dan beer secara sederhana, kemudian berkembang dengan melakukan rekombinasi genetik pada mikroorganisme untuk menghasilkan bakteri yang mampu meningkatkan kualitas dari produk berbasis mikroorganisme.

6.7 Latihan

1. Setelah mengetahui fermentasi susu, kemudian menjadi yoghurt dan keju. Terdapat perbedaan tekstur dari ketiganya. Jelaskanlah mekanisme kerja masing-masing bakteri.
2. Mengapa dengan melakukan fermentasi pada susu dapat meningkatkan nilai gizi pada susu tersebut?
3. Apa yang terjadi, jika pada pembuatan yoghurt penggunaan *Lactobacillus bulgarius* dan *Streptococcus thermophilus* melebihi standar? (standar 2% dari jumlah susu yang akan difermentasi)
4. Apa yang menyebabkan terbentuknya lubang-lubang pada pembuatan keju?



GLOSARIUM

Acetobacter

bakteri Gram negatif yang dapat mensintesis selulosa dari fruktosa.

Bintil Akar

tonjolan kecil di akar, yang terbentuk akibat infeksi bakteri pengikat nitrogen yang bersimbiosis secara mutualistik dengan tumbuhan leguminase.

Bioleaching

proses melepaskan atau ekstraksi logam dari mineral atau sedimen dengan bantuan organisme hidup.

Boisca

kultur bakteri yang berperan menjaga keseimbangan mikroorganisme di dalam lingkungan hidupnya.

Cuka

cuka yang dihasilkan melalui fermentasi alkohol yang berasal dari buah-buahan.

Curd

bagian dari susu yang akan mengalami penggumpalan/koagulasi yang kaya akan kasein

Faktor nodul (Nod Factor)

sinyal yang dihasilkan oleh bakteri yang dikenal sebagai rhizobia selama inisiasi nodul pada akar

Fusarium

genus jamur berfilamen yang ditemukan pada tanaman dan tanah

Inokulum

campuran antara kultur mikroorganisme dan media pertumbuhannya yang digunakan untuk memfermentasikan suatu produk.

Isoelektrik

derajat keasaman atau pH ketika suatu makromolekul bermuatan nol akibat bertambahnya proton atau kehilangan muatan oleh reaksi asam basa.

Mikoriza

kelompok jamur yang bersimbiosis dengan tumbuhan tingkat tinggi, khususnya pada sistem akar.

Mikroorganisme

organisme yang berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamatinya diperlukan alat bantuan, ukurannya berkisar 0,5-0,9 μm .

Molase

Hasil samping dari proses pembuatan gula tebu.

Organoleptik

uji dengan menggunakan indera manusia sebagai alat utama untuk pengukuran daya penerimaan terhadap produk.

Protein Sel Tunggal

bahan makanan berkadar protein tinggi yang berasal dari mikro-organisme.

Rennet

jenis enzim yang terdapat dalam perut hewan ruminansia muda yang dapat digunakan sebagai penggumpal dalam pembuatan keju.

Tanaman Transgenik

tanaman yang telah disisipi gen asing dari spesies tanaman yang berbeda atau makhluk hidup lainnya

Whey

bagian encer/cair dari susu pada pembuatkan keju yang kaya akan laktosa, mineral dan vitamin





DAFTAR PUSTAKA

- Arimurti, S. 2000. Isolasi dan Karakterisasi *Rhizobium* Asal Pertanaman Kedelai di Sekitar Jember. *Jurnal Ilmu Dasar* 1(2): 39-47.
- Astuti, N. P. 2009. *Sifat Organoleptik Tempe Kedelai yang Dibungkus Plastik, Daun Pisang dan Daun Jati*. Karya Tulis Ilmiah Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Azizah. 2011. Pengaruh Tiga Inokulan Bakteri Pembentukan Bintil Akar Tanaman Kedelai *Rhizobium* Terhadap *Glycine max* L. Merril. Padang: *Skripsi*. Universitas Andalas, Fakultas Pertanian. (Tidak dipublikasikan).
- Bahagiawati. 2002. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai Bioinsektisida. *Buletin Agrobio* (5)1: 21-28.
- Darlina, I. 2012. *Peran Mikroorganisme dalam Pertanian Organik*. Bandung: Wawasan Tridarma.
- Dirjen Hortikultura, Departemen Pertanian. 2009. <http://resiandriani.com/2009/06/11/kesehatan-khasiat-buah-apel>.
- Hafiluddin. 2011. Bioremediasi tanah tercemar minyak dengan Bioaugmentasi dan Biostimulasi. *Embryo* Vol (8) NO. 1: 47-52.

- Hardiani, H. 2011. Bioremediasi Logam Timbal (Pb) dalam Tanah Terkontaminasi Limbah Sludge Industri Kertas Proses Deinking. *Jurnal Selulosa*, 1(1): 31– 41.
- Isro'i. 2008. *Kompos*. Bogor: Peneliti pada Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- Jayanegara, C.M. 2011. Pengaruh Pemberian Mikoriza Vesikular Arbuskular (Mva) dan Berbagai Dosis Pupuk Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Yogyakarta: Skripsi UPN "Veteran". (Tidak dipublikasikan).
- Kartika B., Ardiana. 2010. Teknik Eksplorasi dan Pengembangan Bakteri *Pseudomonas flourescens*. Laboratorium PHP Banyumas. Diakses melalui ejournal.unri.ac.id/index.php/PT/article/.../1152. Tanggal 13 Maret 2013.
- Masfufah, A., A. Suprianto, T. Surtiningsih. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (Biofertilizer) pada Berbagai Dosis Pupuk dan Media Tanam yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum*) pada Polybag. Surabaya: Universitas Airlangga Fak. Sains dan Teknologi.
- Melliawati, R. 2008. Kajian Bahan Pembawa untuk Meningkatkan Kualitas Inokulum Pasta Nata de Coco. *Biodiversitas*, 9(4): 255-258.
- Mezuan. 2002. Penerapan Formulasi Pupuk Hayati untuk Budidaya Padi Gogo. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 4: 27-34.
- Misgiyarta. 2007. *Teknologi Pembuatan Nata de Coco*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Nani, R., M.P. 2010. *Bahan Ajar Mikrobiologi Pangan*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UNY. (Tidak dipublikasikan).
- Nugroho, P. 2010. *Panduan Membuat Pupuk Cair Kompos*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

- Novriani. 2011. Peranan *Rhizobium* dalam Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen bagi Tanaman Kedelai. *Agronobis*, 3(5): 35-42.
- Pranowo, D. 2006. Kajian Kinerja Membran Ultrafiltrasi untuk Penjernihan Cuka Apel. IPB: Tesis. (Tidak dipublikasikan).
- Priadie, B. 2012. Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 10(1): 38-48.
- Priadie, B., Rinjani, RR., dan Arifin ZM. Tanpa Tahun. Isolasi dan Identifikasi Bakteri dari Perairan Tercemar untuk Menunjang Upaya Bioremediasi Badan Air. Bandung: Pusat Litbang Sumber Daya Air.
- Purnomo, B. 2012. *Penuntun Praktikum Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman*. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Rao, N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Rahmawati, N. 2005. Pemanfaatan Biofertilizer pada Pertanian Organik. *Skripsi*, USU, Fakultas Pertanian. (Tidak dipublikasikan).
- Restuati, M. 2011. *Mikrobiologi Industri*. Medan: UNIMED.
- Retno, D., E. 2005. Pembuatan Susu Kacang Hijau dengan Menggunakan Bakteri *Laktobacillus bulgarius*. *Ekulibrium* 4(2): 58-63.
- Said, N.I. 2008. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan.
- Santoso, E. 2006. *Aplikasi Mikoriza untuk Meningkatkan Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Terdegradasi*. Prosiding Ekspose Hasil Penelitian.
- Sinaga, D. 2009. Pembuatan Pupuk Cair dari Sampah Organik dengan Menggunakan Boisca sebagai Starter. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan.

- Simanungkalit, R.D.M. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Organic Fertilizer and Biofertilizer*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sirait, CH. 1984. Proses Pengolahan Susu. *WARTAZOA*.1(4): 5-8.
- Sumarsih, S. 2003. *Mikrobiologi Dasar*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.
- Sunarno. 2007. Pengendalian Hayati (Biologi Control) sebagai Salah Satu Komponen Pengendalian Hama Terpadu (PHT). [http://journal.uniera.ac.id/abst/31/pengendalian-hayati-\(biologi-control\)-sebagai-salah-satu-komponen-pengendalian-hama-terpadu-\(pht\)](http://journal.uniera.ac.id/abst/31/pengendalian-hayati-(biologi-control)-sebagai-salah-satu-komponen-pengendalian-hama-terpadu-(pht)) diakses pada 3 Maret 2013.
- Suhryanto., E.S. Soetarto, E. Sugiarto. 2006. Biodegradasi Metilmerkuri oleh Bakteri Tanah yang Diisolasi dari Sungai Sangon. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan dan SDA*. 03: 1-9.
- Sriyanto. 2009. Pembuatan Pupuk Cair dari Sampah Organik dengan Menggunakan EM4 (Effective Microorganism) dan Air Kelapa sebagai Starter. *Skripsi*, Universitas Sumatera Utara, Fakultas Pertanian. (Tidak dipublikasikan).
- Sunarlim, R. 2009. Potensi *Lactobacillus*, Sp Asal dari Dadih sebagai Starter pada Pembuatan Susu Fermentasi Khas Indonesia. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 05: 69-76.
- Usmiati, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Susu*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Yulneriwarni. 2008. Mikroorganisme, dari Habitat ke Industri. *Vis Vitalis*, 01(2): 13-18.
- Yusron, M. 2009. Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Biofilm Bakteri Pereduksi Sulfat. Bogor: IPB. Tesis. (Tidak dipublikasikan).

- Wahyudi. 2003. *Memproduksi Nata de Coco*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Widodo, W. 2002. *Bioteknologi Fermentasi Susu*. Malang: Pusat Pengembangan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Malang.
- Widyastuti, AM. 2009. *Mengenal Bakteri Endofit*. Jakarta: Dirjen Perkebunan. Departemen Kehutanan.
- Wignyanto, A. Hidayat, A. Ariningrum. 2009. Bioremediasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Sanan serta Perencanaan Unit Pengolahannya (Kajian Pengaturan Kecepatan Aerasi dan Waktu Inkubasi). *Jurnal Teknologi Pertanian* 10(2): 123 – 135.
- Zulaika, E., Luqman, A., Arindah, T., Sholikhah, U. 2012. *Bakteri Resisten Logam Berat yang Berpotensi sebagai Biosorben dan Bioakumulator*. Seminar Nasional Waste Management for Suitable Urban Development. Teknik Lingkungan, FTSP-ITS, 21 Februari 2012.
- <http://1.bp.blogspot.com> Diakses tanggal 3 Maret 2013.
- <http://2.bp.blogspot.com> diakses tanggal 5 Mei 2013.
- <http://amyzu.blogspot.com> diakses tanggal 10 Juni 2013.
- <http://apri10.wordpress.com> diakses tanggal 15 April 2013.
- <http://be.convdocs.org/docs/index-104626.html> diakses tanggal 3 Maret 2013.
- <http://berriipop.com>. Diakses tanggal 5 Mei 2013.
- <http://biologie.uni-hamburg.de> Diakses tanggal 11 Maret 2013.
- <http://countrycake.blogspot.com/2010/08/roti> Diakses tanggal 13 Maret 2013.
- <http://coursewares.mju.ac.th> Diakses tanggal 15 April 2013.
- <http://dapurmasak.com/resep> Diakses tanggal 15 April 2013.

- <http://dapurummipandan.com> Diakses tanggal 12 Februari 2013.
- <http://diyaromatherapy.files> Diakses tanggal 17 April 2013.
- <http://encrypted-tbn2> Diakses tanggal 15 April 2013.
- <http://encrypted-tbn3.gstatic.com> Diakses tanggal 17 Mei 2013.
- <http://epetani.deptan.go.id> Diakses tanggal 20 Juni 2013.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Riset>. Diakses tanggal 5 Maret 2013.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Dadih> Diakses tanggal 10 Mei 2013.
- http://id.wikipedia.org/wiki/Daur_biogeokimia Diakses tanggal 17 juni 2013.
- http://id.wikipedia.org/wiki/Daur_Biogeokimia_Belerang Diakses tanggal 15 April 2013.
- <http://indokombucha.wordpress.com> Diakses tanggal 2 April 2013.
- <http://kamuspengertian.blogspot.com/2011/08/daur-Daur-nitrogen.html> Diakses tanggal 11 Mei 2013.
- <http://lifestyle.kompasiana.com> Diakses tanggal 18 Maret 2013.
- <http://lintasgayo.com> Diakses tanggal 18 Maret 2013.
- <http://multiply.co.id/> Diakses tanggal 20 Juli 2013.
- <http://perpustakaancyber.blogspot.com> Diakses tanggal 5 April 2013
- <http://resep.webddr.net> Diakses tanggal 17 Juli 2013.
- <http://resep kue.net/roti-tawar/> Diakses tanggal 18 Maret 2013.
- <http://resiandriani.com/2009/06/11/kesehatan-khasiat-buah-apel/> 13 April 2013.
- <http://suamerdeka.com> Diakses tanggal 18 Mei 2013.
- <http://t3.gstatic.com> Diakses tanggal 28 April 2013.
- <http://thumbs.ifofood.tv> Diakses tanggal 28 Maret 2013.

- <http://thumbs.ifood.tv> Diakses tanggal 2 April 2013.
- <http://undertectona.blogspot.com> Diakses tanggal 5 Juni 2013.
- <http://www.apsnet.org> Diakses tanggal Diakses tanggal 5 April 2013.
- <http://www.doeaccimphal.org.in> Diakses tanggal 13 April 2013.
- <http://www.extension.umn.edu> Diakses tanggal 14 April 2013.
- <http://www.shape-indonesia.com> Diakses tanggal 20 Juli 2013.
- www.encrypted-tbn1.com Diakses tanggal 30 Maret 2013.
- www.encrypted-tbn2.com Diakses tanggal 14 April 2013.
- [www.tahesta.com/ cuka-apel/](http://www.tahesta.com/cuka-apel/). Diakses tanggal 20 Mei 2013.
- www.Wikipedia/Mikoriza.com Diakses tanggal 23 Maret 2013.

-oo0oo-

THE
Character Building
UNIVERSITY