SUSU DAN TEKNOLOGI

SALAM N. ARITONANG

Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK)
Universitas Andalas

SUSU DAN TEKNOLOGI

SALAM N. ARITONANG

ISBN

978-602-50060-1-2 (Cetak) 978-602-50060-0-5 (Elektronik)

Editor:

Handoko

Desain cover/tata letak:

Multimedia LPTIK

Penerbit:

Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK)

Universitas Andalas

Lantai Dasar Gedung Perpustakaan PusatKampus Universitas AndalasJl. Dr. Mohammad Hatta Limau Manis, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

> Web: www. lptik.unand.ac.id Telp. 0751-775827 - 777049 Email: sekretariat_lptik@unand.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Yang Maha Kuasa yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis sehingga dapat diselesaikannya buku **Susu dan Teknologi**. Buku ini disusun sebagai bahan informasi di bidang Teknologi Hasil Ternak pada umumnya, dan khususnya di bidang Teknologi Susu. Seperti diketahui, susu merupakan bahan makanan yang mudah rusak, sehingga perlu memahami sifat dari susu serta teknologi yang dapat dilakukan untuk mempertahankan masa simpannya, yang semuanya dapat dipelajari dalam buku ini.

Dasar dari penyusunan buku ini adalah terbatasnya buku mengenai susu dalam edisi bahasa Indonesia sebagai bahan literatur atau buku pegangan. Untuk itu dalam penyusunannya memerlukan berbagai literatur asing (Text Book) sebagai bahan acuan dan mengkompilasikannya dengan berbagai informasi yang diperoleh dari media cetak ataupun elektronik (Internet).

Buku **Susu dan Teknologi** ini merupakan revisi dari edisi terdahulu yang pernah terbit pada edisi pertama tahun 2010.dengan penambahan topik terakhir yang membahas mengenai fermentasi. Penulis menyarankan kepada para mahasiswa sebagai pengguna buku ini tidak hanya terpaku kepada satu buku ini saja sebagai penambah ilmunya. Hendaknya lebih memperluas wawasan melalui penggunaan berbagai literatur atau sumber informasi lainnya sebagai bahan perbandingan. Demikianlah pengantar dari penulis, semoga buku ini dapat menjadi bahan referensi, juga bermanfaat bagi semua kalangan yang memerlukannya.

Padang, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KAT	A PENGANTAR	i
DAF	TAR ISI	ii
DAF	TAR TABEL	iii
DAF	TAR GAMBAR	iv
I.	PENGANTAR SUSU DAN KUALITAS	1
II.	MIKROBIOLOGI SUSU	14
III.	PEMERIKSAAN SUSU DI LABORATORIUM.	32
IV.	PENILAIAN SUSU DAN PENGAWASAN	
	DI PERUSAHAAN SUSU	64
V.	PENYAKIT YANG DAPAT DITULARKAN	
	MELALUI SUSU	74
VI.	PENERIMAAN SUSU	84
VII.	PASTEURISASI	95
VIII.	STERILISASI	115
IX.	PENGARUH PEMANASAN TERHADAP	
	SIFAT-SIFAT SUSU	132
X.	SEPARASI	140
XI.	HOMOGENISASI	154
XII.	FERMENTASI	164
DAF	TAR PUSTAKA	201

DAFTAR TABEL

Nomor

- 3.1. Daftar Penjabaran (Herleiding stabel) Untuk Berat Jenis Susu
- 3.2. Daftar Koreksi Untuk Penilaian Refraktometer Suhu Antara 20°C dan 30°C pada 27.5 °C.
- 3.3. Daftar Penjabaran Skala Refraktometer Celup Antara 10 dan 50 Terhadap Index Pembiasan (ND)
- 3.4. Daftar Penjabaran Lemak
- 3.5 Pemalsuan Susu dan Perubahan Susunan Susu
- 4.1. Daftar Nilai Berat Jenis
- 4.2. Daftar Nilai Kadar Lemak
- 4.3. Daftar Nilai Bahan Kering Tanpa Lemak
- 4.4. Daftar Nilai Refraksi Serum
- 4.5. Daftar Kelas Susu
- 7.1. Jumlah Bakteri Pada Susu Yang Sudah Dipasteurisasi Menurut U.S. Public Health Service
- 8.1 Pengaruh Peningkatan Temperatur aterhadap Tingkat Destruksi Spora Dan Tingkat Reaksi Browning
- 8.2 Waktu Sterilisasi dan Pengaruhnya Terhadap derajat
- 9.1 Persentase Vitamin Yang Hilang Dalam Susu Selama Pasteurisasi dan Sterilisasi
- 9.2 Mikroorganisme Yang Terdeteksi Pada Berbagai Temperatur Inkubator
- 11.1 Temperatur dan Tekanan Pencucian Homogenizer Pada Berbagai

Produk yang Dihomogenisasi

DAFTAR GAMBAR

Nomor

- 6.1 Skema Ilustrasi Pengukuran Susu Secara Otomatis
- 7.1 Alat Batch Pasteurizaer
- 7.2 Diagram Plate Heat Exchanger
- 7.3 Sistem Pemanasan Uap Secara Vakum
- 7.4 Skema Aliran Melalui Plate Heat Exchanger
- 8.1 Pengaruh temperature dan Sterilisasi Terhadap Spora *Clostridiu Botulinum* Selama Sterilisasi Dalam Botol
- 8.2 Diagram Alir UHT Plate Heat Sterilizer
- 8.3 Diagram Alir dari Uap Panas Masuk Ke susu di Dalam UHT Sterilizer
- 8.4 Instalasi Tank Aseptik Alfa-Laval
- 8.5 Peralatan Pengisi Tetrapak Aseptik Yang Dikembangkan Oleh AB Tetrapak (Belgia) dan Alpura AG (Switzerland)
- 9.1 Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Karakteristik Susu
- 10.1 Alat Cream Separator(Pemisah Krim)
- 10.2 Hubungan Antara Temperatur dan Kandungan Lemak di Dalam Susu Skim
- 10.3 Variasi Bulanan Efisiensi Pembentukan Skim Pada Susu sapi di Skandinavia
- 10.4 Diagram Alir Pateurisasi Susu Skim
- 10.5 Diagram Alir Pasteurisasi Susu Penuh
- 10.6 Sistem Standardisasi Dalam Separator
- 11.1 Rangkaian Proses Mikronisasi Susu di Dalam Homogenizer
- 11.2 Contoh Posisi dari Homogenizer
- 12.1 Fermentasi Propionat Oleh Propionibacteriun

PENGANTAR SUSU DAN KUALITAS

Pengantar

Bagian ini menguraikan mengenai kualitas susu sebagai awal pembahasan dari susu dan teknologinya. Pembahasan kualitas susu meliputi juga kebersihan sususerta sifat-sifat dari susu yaitu sifat fisik, kimia dan biologi.

Sub Bab

PENDAHULUAN KEBERSIHAN SUSU SUSUNAN SUSU SIFAT-SIFAT SUSU

> Sifat Fisik Susu Sifat Kimia Susu Berat Jenis Susu Sifat Biologi Susu

I PENGANTAR SUSU DAN KUALITAS

PENDAHULUAN

Susu merupakan susu sapi yang tidak dikurangi atau ditambahkan sesuatu apapun ke dalamnya dan diperoleh dengan pemerahan sapi-sapi sehat secara kontinyu dan sekaligus. Kebutuhan susu segar setiap tahun selalu meningkat tetapi kemampuan berproduksi sangat jauh ketinggalan, sehingga untuk memenuhi kekurangan kebutuhan susu harus selalu impor, yang berarti setiap tahun impor susu selalu meningkat yang juga dapat mengurangi devisa negara jika dibiarkan berlarut-larut.

Produksi susu di Indonesia belum sepenuhnya mencapai apa yang diharapkan, hal ini disebabkan antara lain oleh karena sebagian besar peternak sapi perah di Indonesia, dalam menjalankan usahanya masih bersifat tradisional, dan belum memperhatikan kebersihan baik mulai dari pemberian makanan sampai pada saat melakukan pemerahan. Adapun produksi susu nasional di Indonesia sebagian besar dihasilkan dari para peternak sapi perah tersebut dengan kepemilikan 2 – 5 ekor.

Jika dibandingkan dengan produksi di luar negri masih jauh ketinggalan. Hal ini ini disebabkan antara lain oleh masih terbatasnya tenaga ahli yang berkecimpung di dalam bidang persusuan, kemampuan penanaman modal yang masih terbatas, belum memadainya transportasi susu cepat, mendapat saingan berat dalam pemasaran dengan susu import terlebih dengan arus globalisasi yang tidak membatasi lagi modal asing yang masuk untuk berinvestasi di bidang persusuan. Akibatnya kualitas susu di Indonesia boleh

dikatakan masih rendah dan nilai jualnyapun rendah pula. Oleh karena itu, untuk mengetahui dan mempelajari apa dan bagaimana kebersihan susu, berikut ini akan diuraikan mengenai kebersihan susu dan pengaruhnya terhadap kualitas susu.

KEBERSIHAN SUSU

Kebersihan susu memiliki arti yang sangat penting, karena hal ini meliputi mulai dari kebersihan kandang dengan segala persyaratan yang harus dipenuhi untuk mendirikan kandang, kebersihan sapi-sapinya, kebersihan pemerah, kebersihan alat-alat yang dipakai di mana satu sama lain erat kaitannya karena masing-masing akan saling mempengaruhi terhadap kualitas susu serta juga mempengaruhi kesehatan konsumen yang mengkonsumsinya. Kebersihan yang masih kurang di tempat produksi disertai temperatur lingkungan yang cukup tinggi akan mempercepat terjadinya kontaminasi pada susu, sehingga susu menjadi cepat rusak atau asam dan tidak dapat dikonsumsi lagi. Kondisi makanan yang kurang baik kualitas maupun kuantitas, juga dapat mempengaruhi kualitas susu.

Untuk mendapatkan produksi susu dengan kebersihan yang diharapkan harus memperhatikan faktor-faktor seperti berikut ini :

- 1. Pembuangan kotoran dari hewan dan manusia
- 2. Sumber air bersih tanpa pencemaran
- 3. Kebersihan ternak, pemerah, kandang dan alat-alat persusuan
- 4. Cooling unit, untuk mendinginkan susu segera setelah diperah
- 5. Transportasi yang cepat agar susu cepat sampai di tujuan
- 6. Makanan ternak yang berkualitas
- 7. Pengendalian penyakit.

Pembuangan Kotoran Dari Hewan dan Manusia. Letak kandang yang dalam hal ini tempat pemerahan susu, harus jauh dari tempat pembuangan kotoran baik yang berasal dari hewan maupun manusia. Hal ini disebabkan oleh sifat susu yang mudah menyerap bau, sehingga bau apapun yang ada di dekat tempat pemerahan susu maka bau dari susu pun akan berubah menyerupai sumber bau berasal, yang sudah tentu juga akan mempengaruhi kualitas susu yang dihasilkan. Di samping itu, dekatnya tempat pemerahan susu dengan lokasi kotoran hewan dan manusia pembuangan meningkatkan kontaminasi pada susu sehingga susu akan lebih cepat rusak.

Sumber air. Air merupakan kebutuhan pokok di suatu perusahaan peternakan. Selain diperlukan untuk kebutuhan air minum dan mandi untuk ternak, juga diperlukan untuk membersihkan kandang berserta seluruh peralatan yang digunakan di peternakan. Air yang digunakan sangat mempengaruhi kebersihan susu, karena air merupakan media yang paling baik untuk pertumbuhan mikroorganisme, sehingga jika air yang digunakan kotor maka secara tidak langsung juga akan mencemari susu yang dihasilkan. Untuk itu sebaiknya peternakan mempunyai sumber air sendiri sehingga dapat dijamin kebersihannya

Kebersihan ternak, pemerah, kandang dan peralatan. Kebersihan di dalam kandang secara menyeluruh mulai dari ternaknya itu sendiri, pemerah, kandang serta seluruh peralatan yang digunakan harus selalu dalam keadaan bersih, karena unsur-unsur tersebut bisa menjadi sumber mikroorganisme yang dapat mencemari susu. Jika kandang dan sekelilingnya tidak pernak dibersihkan berarti secara tidak langsung sudah memberikan lingkungan yang dapat mencemari produksi susu yang dihasilkan.

Cooling Unit. Susu merupakan bahan makanan yang tidak dapat disimpan lama di udara terbuka, oleh karena zat-

zat makanan yang dikandungnya juga disukai oleh mikroorganisme, sehingga susu menjadi media yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroorganisme. Untuk mempertahankan agar susu yang baru diperah tidak rusak sampai diterima di industri pengolahan susu, sebaiknya susu disimpan di tempat penyimpanan pada temperatur rendah, atau yang disebut juga dengan "cooling unit" . Terlebih dengan waktu yang diperlukan selama transportasi sampai ke tujuan memerlukan waktu yang cukup lama dengan rantai yang cukup panjang, maka peran cooling unit sangat mempengaruhi produksi maupun kualitas susu yang dihasilkan.

Transportasi. Sebaiknya dicari jarak tempuh yang paling singkat dengan kondisi alat transportasi yang cukup baik, sehingga susu dapat diterima di industri pengolahan susu dalam waktu yang tidak terlalu lama jika dihitung sejak waktu pemerahan. Semakin cepat susu sampai di tujuan semakin sedikit kemungkinan terjadinya kerusakan pada susu, sehingga produksi maupun kualitas susu sampai di tujuan dapat dipertahankan. Sifat susu yang tidak tahan lama disimpan di temperatur kamar, maka temperatur susu selama transportasi diusahakan tetap rendah, sehingga tidak memberi kesempatan pada mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang.

Makanan. Susu yang dihasilkan baik produksi maupun kualitasnya sangat dipengaruhi oleh makanan yang dikonsumsinya. Untuk menghasilkan susu dengan produksi dan kualitas yang diharapkan, maka ransum yang diberikan harus memenuhi kebutuhan baik untuk hidup pokok maupun untuk produksi. Di samping itu, pemilihan jenis bahan makananpun erat kaitannya dengan produksi susu yang dihasilkan, sehingga dalam penyusunan ransum perlu diperhatikan hal tersebut. Kebersihan dari bahan makanan yang diberikanpun berpengaruh terhadap produksi dan

kualitas susu yang dihasilkan. Jika makanan yang diberikan sudah terkontaminasi oleh mikroorganisme atau oleh bahan kimia tertentu seperti pestisida, maka susu yang dihasilkanpun dapat terkontaminasi juga, yang berarti juga akan mempenurangi produksi dan kaulitasnya.

Pengendalian Penyakit. Faktor terakhir yang perlu setelah ke enam faktor lainnva diperhatikan pengendalian penyakit. Tidak ada artinya ke enam faktor dilaksanakan jika tidak diikuti oleh tersebut di atas pengendalian penyakit. Jika sapi terserang penyakit, maka produksi dan kualitas susu yang dihasilkan akan berkurang, terlebih jika terserang penyakit yang dapat ditularkan melalui susu, maka susu yang dihasilkan walaupun produksinya tinggi tidak dapat dikonsumsi, untuk mencegah penularan penyakit kepada yang mengkonsumsinya. Untuk kesehatan sapi secara menyeluruh perlu terus dijaga, dan segera diobati jika sudah menunjukkan gejala penyakit tertentu.

Bila faktor-faktor tersebut diperhatikan dan dilakukan mulai dari peternak sampai di industri persusuan, maka produksi susu yang dihasilkan dapat terjamin kebersihannya dan kualitasnya, sehingga setelah diperah susu tidak cepat rusak dan dapat disimpan lebih lama lagi. Susu yang memenuhi syarat kebersihan dapat tahan disimpan pada temperatur kamar 9 jam setelah pemerahan bahkan lebih . Namun bila kebersihan kurang, paling tahan susu disimpan hanya 6 jam setelah pemerahan. Hal ini disebabkan karena susunan dan sifat-sifat dari susu itu sendiri, yang sangat peka terhadap perubahan yang terjadi di sekitarnya. Adapun yang dimaksud dengan susunan dan sifat dari susu itu sendiri dapat diuraikan seperti berikut.

SUSUNAN SUSU

Susu sapi mengandung zat-zat makanan yang sangat berguna bagi pertumbuhan anak-anak sapi, maupun sebagai minuman yang sempurna bagi manusia. Zat makanan yang terkandung dalam susu mudah dicerna, dan dapat dikatakan seluruh bahan yang terkandung di dalamnya secara sempurna dapat dicerna. Bila sapinya betul-betul sehat dan kebersihan kandang terjamin maka susu dapat diminum dalam keadaan mentah. Zat makanan yang terdapat dalam susu yaitu, protein, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin. Susunan susu pada umumnya adalah sebagai berikut:

Air	87,90 %
Bahan kering	12,10 %
Kadar lemak	3,45 %
Bahan kering tanpa lemak	8,65 %
Putih telur	3,20 %
Bahan keju	2,70 %
Bahan albumin	0,50 %
Laktosa	4,60 %
Mineral	0,85 %
Enzm – vitamin – gas	
_	100,00 %

Secara umum susunan susu rata-rata adalah:

	Rata-rata (%)	Variasi
Air	86,90	82 - 90
Bahan kering	13,10	10 - 18
Lemak	3,50	2,5 - 8
Protein	3,50	2,3 - 4
Laktosa	4,80	3,5 - 6
Mineral	0,65	0,5 - 0,9

Adapun komposisi rata-rata susu (%) dari berbagai hewan mamalia adalah seperti berikut :

Hewan	Lemak	Protein	Laktosa	Mineral	Bahan Kering
Sapi	4.00	3.50	4.90	0.70	13.10
Kerbau	12.40	6.03	3.74	0.89	13.91
Domba	6.18	5.15	4.17	0.93	16.43
Kambing	4.09	3.71	4.20	0.78	12.68
Kuda	1.59	2.69	6.14	0.51	10.96
Manusia	3.70	1.63	6.98	0.21	12.57

Jika dibandingkan dengan protein hewani lainnya maka dalam 1 liter susu setara dengan :

- 165 gr protein daging sapi
- 185 gr protein ikan
- 155 gr protein hati sapi
- 155 gr protein keju
- 5 butir telur besar

Lemak Susu

- merupakan butiran dalam bentuk emulsi
- tiap butir lemak dikelilingi selapis membran protein
- setetes susu mengandung sekitar 1000.000.000 butir lemak
- lemak susu tersusun dari glycerid yang terdiri dari bermacam-macam asam lemak seperti asam butirat, caproat, caprylat, capric, laurat, palmitat, stearat dan oleat.

Protein Susu

- Terdiri dari 80% casein, 18% lactalbumin dan 2% lactoglobulin
- casein hanya ada pada susu, berupa partikel calcium caseinat yang merupakan gelatin dalam bentuk koloid.
- casein dapat dipresipitasi dari susu oleh asam dan rennin (dalam pembentukan keju), dan akan menggumpal oleh alkohol kuat.
- casein sering digunakan dalam industri dalam pembuatan plastik keras (untuk kaca mata, bola bilyard, kertas kualitas tinggi, perekat, cat kulit.albumin (lactalbumin) dapat dikoagulasikan oleh panas bukan oleh rennin.

Karbohidrat Susu

- laktosa adalah satu-satunya karbohidrat yang hanya ada dalam susu
- 10% dari bahan kering susu adalah laktosa
- laktosa dipakai dalam pembuatan yoghurt

Mineral Susu

Dalam 1 liter susu terdapat rata-rata

Ca	4.680 gr	C1	4.136 gr	P 3.626 gr
Mg	0.468 gr	S	1.328 gr	K 5.576 gr
Fe	0.008 gr	Na	1.988 gr	I sedikit

Lain-lain Bagian dari Susu

Vitamin, pigmen, cholesterol, phospholipid, enzym, gas-gas substansi mengandung N.

Pigmen susu: - carotin dan xantophil yang larut

dalam lemak

- lactoflavin/lactochrom yang larut

dalam air

Phospholipid: yang utama adalah lecithine, jika lecithine

pecah maka akan terbentuk trimethyl

amin yang berbau ikan

Enzym: lipase, laktase, peroksidase, reduktase,

phosphatase.

Gas-gas: CO_2 , O_2 , N_2

Substansi N: fibrin dan mucoid protein

Susu sapi mengandung 66 elemen makanan yang terdiri dari :

1 bagian karbohidrat
17 bagian asam lemak
11 bagian asam amino
1 larut dalam laktosa
1 larut dalam lemak susu
2 ada pada protein susu

21 bagian mineral : ada pada garam-garam susu 16 bagian vitamin : ada pada lemak dan vitamin

Elemen-elemen tersebut di dalam metabolisme tubuh berperan sebagai :

- zat pembakar tubuh, yaitu karbohidrat dan lemak
- zat pembangun tubuh (anabolik dan katabolik), yaitu protein dan mineral susu
- zat pembantu dalam metabolisme, yaitu sebagian mineral dan vitamin.

Untuk menjaga kualitas susu agar masih dapat diminum oleh konsumen, maka pada tahun 1914 telah disusun batasan untuk susunan dan keadaan susu yang dikenal dengan "Milk Codex". Dalam ketentuan milk codex susu yang boleh dikonsumsi dan ditolerir untuk diperjual belikan adalah susu yang memiliki kriteria sebagai berikut:

-	Berat jenis	1,0280
-	Kadar lemak	2,7 %
-	Bahan kering tanpa lemak (BKTL)	8 %
-	Derajat asam	min 4,5 dan max 7° SH
-	Titik beku	- 0520°C
-	Angka refraksi	34
-	Kadar Abu	0,7
-	Angka katalase	0
-	Kadar laktosa	4,2 %
-	Kadar protein semu	3 %
-	Kadar protein telur murni	2,7 %
-	Kadar bahan keju	2,1 %
-	Angka reduktase	1
-	Jumlah bakteri per CC max	1.000.000
-	Berat jenis serum kapur chlor	1,0230
-	Angka polarisasi	4,4 %
-	Kadar chlor dalam 100 gr susu	65 mg (max 90 mg)

SIFAT-SIFAT SUSU

Sifat Fisik Susu

Susu merupakan suatu larutan koloidal, di mana air sebagai media dispersi dan bagian dari yang menyusun susu disebut yang didispersi.

Ada 3 macam dispersi pada susu yaitu:

- dispersi kasar dengan diameter 0.0001 mm

- dispersi koloidal 0.0001-0.000001 mm

- dispersi molekuler 0.000001 mm

Lemak dari susu merupakan dispersi kasar yang berupa emulsi, sedangkan protein susu yaitu casein, albumin dan globulin merupakan larutan koloidal. Adapun laktosa, garam-garam mineral dan sebagian dari laktalbumin merupakan dispersi molekuler atau larutan sebenarnya.

Sifat Kimia Susu

Secara kimiawi susu yang baru diperah mempunyai reaksi amphoter, yaitu memerahkan lakmus biru dan membirukan lakmus merah dengan pH sedikit asam yaitu sekitar 6,5 – 6,6. Bila susu segar dipanaskan pada suhu di bawah titik didih, maka akan terbentuk lapisan tipis di atas permukaan susu yang merupakan koagulasi sebagian kecil dari casein dan lemak. Bila susu dalam keadaan asam, maka pada waktu pemanasan akan terjadi penggumpalan dari casein dan albumin.

Susu segar dalam keadaan baik, baru menggumpal bila dipanaskan sampai 131 – 137°C, sedangkan susu yang sudah asam meskipun dengan pemanasan temperatur rendah akan menggumpal atau yang disebut susu mulai pecah.

Berat Jenis (BJ) Susu

Berat jenis susu rata-rata 1.032 berkisar antara 1.027 – 1,035 yang diukur pada temperatur 15.5°C untuk kondisi Eropa dan pada temperatur 27.5°C untuk kondisi Indonesia. Berat jenis masing-masing bagian dari susu adalah sebagai berikut:

- lemak	0.93
- laktosa	1.66
- protein	1.31
- garam	4.12

Jika kandungan lemak susu meningkat maka berat jenis susu akan menurun dan rasa susu akan semakin gurih.

Sifat Biologis Susu

Susu merupakan media yang paling cocok bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Segera setelah susu diperah akan mengalami perubahan-perubahan yang disebabkan oleh mikroorganisme. Untuk itu merupakan hal yang sangat penting mencegah perkembangan mikroorganisme (bakteri, jamur dan ragi) pada waktu penanganan susu (handling) setelah diperah.

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Apa yang dimaksud dengan susu?
- 2. Mengapa produksi dan kualitas susu sapi di Indonesia belum mencapai target dan masih jauh ketinggalan jika dibandingkan dengan produksi luar negeri? Jelaskan.
- 3. Sebutkan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produksi dan kebersihan susu!
- 4. Cooling unit merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi dan kualitas susu. Jelaskan bagaimana peran cooling unit dalam produksi dan kualitas susu!
- 5. Sebutkan 8 kriteria susu menurut "Milk Codex" yang menunjukkan susu masih dapat dikonsumsi.
- 6. Jelaskan bagaimana keadan protein dalam susu!
- 7. Susu sapi mengandung 66 elemen makanan, Apa peran elemen-elemen tersebut di dalam tubuh? Jelaskan.
- 8. Jelaskan sifat-sifat susu ditinjau dari sifat fisiknya!
- 9. Jelaskan bagaimana keadaan sifat kimia susu jika susu dipanaskan pada suhu di bawah titik didih.
- 10. Bagaimana hubungan antara berat jenis susu dengan kandungan lemak susu? Jelaskan.

MIKROBIOLOGI SUSU

Pengantar

Bagian ini menguraikan sumber kontaminasi susu, proses fermentasi sejak susu diperah sampai rusak dan mikroorganisme pada susu. Diuraikan pula metoda lactoperoxidase system yang digunakan untu pengawetan susu segar.

Sub Bab

PENDAHULUAN SUMBER KONTAMINASI SUSU PROSES FERMENTASI PADA SUSU

> Periode Pengasaman Periode Neutralisasi

Periode Germicidal

Periode Pembusukan

MIKROORGANISME PADA SUSU

Aktivitas Biokimia Temperatur Hidup Pathogenitas

PENGAWETAN SUSU SEGAR

Masa simpan Susu segar Metoda Lactoperoxidase System Implikasi Lactoperoxidase System

II MIKROBIOLOGI SUSU

PENDAHULUAN

Seperti yang sudah diuraikan sebelumnya, bahwa susu merupakan media yang paling baik untuk pertumbuhan mikroorganisme sehubungan dengan tingginya zat-zat makanan yang dikandungnya. Berbagai jenis mikroorganisme yang dapat mengkontaminasi susu sesuai dengan temperatur hidupnya serta aktivitasnya dalam menguraikan zat-zat makanan di dalam susu, sehingga dapat menimbulkan berbagai perubahan pada susu baik secara fisik, kimia maupun biologis. Lingkungan yang ada di sekitar tempat susu diproduksi, baik itu temperatur, iklim, udara, kelembaban udara, sangat mempengaruhi keberadaan susu yang kelak juga akan menentukan kualitas susu yang akan dihasilkan.

Perubahan-perubahan pada susu baik yang dapat dilihat secara kasat mata (makroskopis) maupun secara mikroskopis sangat bervariasi, tergantung pada reaksi kimia yang terjadi di dalam susu. Adapun reaksi kimia yang terjadi bervariasi pula sesuai dengan tipe dan sumber penyebab terjadinya reaksireaksi tersebut. Pada umumnya reaksi kimia di dalam susu lebih intensif jika sudah terjadi kontaminasi akan mikroorganisme ke dalam susu, yang kemudian akan diikuti oleh kerusakan pada susu sehingga tidak dapat dikonsumsi lagi. Reaksi kimia yang terjadi sehingga menimbulkan perubahan-perubahan yang terjadi pada berlangsung cepat, bisa pula berlangsung lambat tergantung kondisi lingkungan baik di dalam maupun di luar susu. Adapun berbagai sumber mikroorgaanisme yang dapat mengkontaminasi berbeda-beda, seperti yang akan diuraikan berikut ini.

SUMBER KONTAMINASI SUSU

Berbagai sumber mikroorganisme yang sering mengkontaminasi susu antara lain :

- 1. kelenjar susu
- 2. badan sapi
- 3. uda a
- 4. peralatan susu
- 5. pemerah

Kelenjar Susu

Sejak berada di dalam tubuh ternak, yaitu di dalam kelenjar susu, susu sudah dapat terkontaminasi, di mana di dalam saluran kelenjar susu (putting) akan ditemukan mikroorganisme yang dapat menimbulkan kerusakan pada susu.. Untuk itu cara yang dapat dilakukan dalam mengurangi jumlah mikroorganisme susu pada waktu memerah adalah dengan membuang pancaran pertama dari susu. Adapun jumlah bakteri dari kelenjar susu sekitar 500 – 1000/ml, yang umumnya dari golongan *Micrococcus*. Kelenjar susu juga dapat menjadi media dalam penularan penyakit kepada yang mengkonsumsinya. Penyakit yang dapat ditularkan melalui kelenjar susu adalah seperti TBC, Mastitis, Brucelosis yang kelak dapat menular pada manusia yang mengkonsumsinya.

Badan Sapi

Mulai dari ujung kepala sampai ujung ekor dari tubuh seekor sapi, bisa menjadi penyebab terkontaminasinya susu, terlebih jika tubuh sapi dalam keadan kotor. Untuk itu sapi harus selalu dimandikan atau minimal dibersihkan di sekitar ambing pada saat susu akan diperah, jika tidak maka jumlah mikroorganisme pada badan susu akan bertambah banyak yang juga dapat mengkontaminasi susu. Sapi yang tampaknya

sudah bersih ternyata masih mengkontaminasi susu sebanyak 10.000/ml. Mikroorganisme yang sering ditemukan pada badan sapi umumnya dari golongan *Escherichia* dan *Aerobacter*.

Udara

Berbagai jenis mikroorganisme yang dapat ditemukan di udara dan dibawa oleh angin dan dapat mengkontaminasi susu. Namun dari sekian jenis mikroorganisme tersebut yang paling dominan dalam mengkontaminasi susu umumnya dari golongan jamur dan *Bacillus subtilis*.

Peralatan Susu

Semua peralatan yang dipakai sehubungan dengan susu menjadi sumber mikroorganisme dapat dalam mengkontaminasi susu. Peralatan yang kotor merupakan sumber mikroorganisme yang dapat mengkontaminasi susu sampai jutaan per ml susu. Oleh karena itu kebersihan alatalat mutlak diperlukan. Alat-alat yang meskipun sudah dibersihkan tetapi susah kering harus dihindarkan, karena pada tempat yang basah apalagi masih ditemukan sisa-sisa bakteri akan berkembang dengan susu maka Mikroorganisme yang sering ditemukan pada peralatan susu adalah golongan Streptococcus lactis.

Peralatan susu sebaiknya terbuat dari stainless steel (baja anti karat) karena selain mudah dibersihkan juga dapat mempertahankan susu tetap dingin, namun harganya mahal. Hindari penggunaan alat-alat penampung susu yang terdiri dari bahan kayu, karena berporous dan susah membersihkannya sehingga kuman-kuman mudah sekali berkembang. Jangan pula mempergunakan peralatan dari bahan zink sebab mudah berkarat dan memberi bau logam.

Pemerah

Kebersihan dan kesehatan pemerah berpengaruh terhadap kebersihan susu. Pemerah yang kotor baik tangan maupun pakaiannya dapat mengkontaminasi susu, yang umumnya oleh adanya *Streptococcus*. Pemerah yang tidak sehat dan mengidap penyakit menular dapat mengkontaminasi susu, yang juga dapat menularkannya kepada konsumen yang mengkonsumsinya. Untuk itu pemerah yang sedang sakit sebaiknya diistirahatkan dari pekerjaan memerah, agar susu yang diperah tidak ikut terkontaminasi oleh penyakit yang ada pada si pemerah tersebut.

PROSES FERMENTASI PADA SUSU

Fermentasi merupakan proses perubahan biokimia terbatas yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme atau enzim yang dihasilkan mikroorganisme tersebut. Pada mulanya yang dimaksud dengan fermentasi adalah pemecahan gula menjadi alkohol dan CO₂. Tetapi dengan berjalannya waktu banyak proses yang disebut fermentasi tidak selalu menggunakan substrat gula dan menghasilkan alkohol serta CO₂, seperti pada fermentasi susu yang merombak laktosa menjadi asam laktat oleh bakteri tertentu.

Bila susu diperah lalu dibiarkan beberapa lama, maka akan terjadi perubahan yang dialami secara normal oleh susu yang disebabkan oleh mikroorganisme yang melakukan fermentasi, sehingga menimbulkan perubahan biokimia di dalam susu yang dapat menyebabkan kerusakan pada susu dan tidak dapat dikonsumsi lagi.Adapun tahapan-tahapan yang dialami susu sejak diperah hingga menjadi rusak adalah periode:

- Germicidal
- Pengasaman
- Netralisasi

- Pembusukan

Periode Germicidal

Segera setelah susu diperah tidak terdapat pertumbuhan bakteri, malahan jumlah bakteri bisa berkurang, Hal ini mungkin disebabkan adanya enzym dalam susu yang dapat membunuh bakteri, yaitu enzim laktanin, lactoferin dan lactoperoksidase. Lamanya proses germicidal tergantung pada temperatur susu. Bila temperatur rendah germicidal bisa berjalan agak lama, tetapi bila temperatur tinggi maka germicidal berlangsung cepat sekali. Pada umumnya proses germicidal berlangsung dari beberapa menit sampai beberapa jam. Oleh karena itu Cooling unit penting sekali untuk mempertahankan temperatur susu tetap rendah, sehingga proses germicidal berlangsung lama dan daya awet susu dapat diperpanjang.

Periode Pengasaman

Bila daya germicidal hilang maka mulailah berkembang mikroorganisme pada susu terutama dari golongan pembentuk asam, yang didominasi oleh Streptococcus lactis yang merombak laktosa menjadi asam laktat. Bakteri ini banyak ditemukan di sekitar kandang, tempat penyimpanan susu dan dalam air biasa. Bakteri ini akan berkembang terus sampai tingkat keasaman tertentu, dan bila asam yang terbentuk sudah cukup tinggi maka perkembangannya tertahan dan akan muncul bakteri lain yang lebih tahan asam, dari golongan Lactobacillus. akan Bakteri ini menghasilkan asam laktat lebih banyak perkembangan bakteri inipun akan terhenti bila kadar asam cukup tinggi hingga mencapai 1%.

Periode Netralisasi

Dalam keadaan susu asam, pertumbuhan berbagai macam bakteri terhenti kecuali golongan jamur dan ragi. Jamur-jamur seperti *Penicillin, Mucor, Aspergillus* dan Ragi akan memanfaatkan suasana ini dengan menggunakan asam yang ada sebagai sumber makanannya. Bila asam dalam susu sudah habis oleh jamur dan ragi, maka reaksi susu akan berubah dari asam menjadi netral atau sedikit alkalis. Hal ini akan ditunjukkan oleh terbentuknya lapisan jamur yang terlihat di permukaan susu.

Periode Pembusukan

Bila susu sudah berubah menjadi netral, maka bakteri-bakteri yang tadinya tertahan perkembangannya oleh karena adanya asam, akan mulai berkembang biak lagi. Bakteri ini umumnya dari golongan bakteri pembusuk, yang terutama menyerang casein dan menyebabkan terbentuknya gumpalangumpalan pada susu sehingga berbau busuk. Bakteri ini antara lain *Proteus, Bacillus subtilis, Bacillus fluorescens*. Bakteri-bakteri tersebut akan menguraikan casein susu hingga sampai pada hasil metabolisme akhir, yaitu dengan terbentuknya senyawa-senyawa yang menimbulkan bau yang tidak dikehendaki, seperti indols, skatol dan kadaverin.

MIKROORGANISME PADA SUSU

Berdasarkan type kehidupannya ada 3 type mikroorganisme yang ditemukan dalam susu yaitu berdasarkan:

- 1. Aktivitas biokimia yang dilakukannya
- 2. Temperatur hidup
- 3. Pathogenitas

1. Aktivitas Biokimia

Berdasarkan aktivitas biokimia yang dilakukannya ada 6 golongan bakteri pada susu:

a. Bakteri pembentuk asam laktat

Baktri pembentuk asam laktat umumnya didominasi dari golongan Streptococcus lactis. Kuman ini selalu ada dalam air susu, bila susu dalam keadaan asam maka casein akan menggumpal dan dikatakan bahwa susu itu sudah pecah. Bakteri lain yang membentuk asam laktat:

- Streptococcus cremoris
- Lactobacillus acidophilus
- Lactobacillus bulgaricus Lactobacillus plantarum
- Lactobacillus casei
- Microbactrium lacticus

Bakteri lain yang membentuk asam campuran, yaitu selain pembentuk asam laktat juga membentuk asam cuka atau ethylalkohol, yaitu:

- L.. brevis
- L...buchneri
- L. fermenti
- L. thermophilus

b. Bakteri pembentuk gas

- pembentuk gas CO₂: Clostridium butyricum
- pembentuk gas CO₂ dan H₂S juga asam laktat :

Escherichia coli

Aerobacter aerogenes

Bakteri coli ditemukan dalam kotoran sapi, bila susu mengandung coli ini menandakan pencemaran susu oleh kotoran sapi. Susu yang diperah dengan kondisi baik masih dapat ditemukan coli meskipun kurang dari 100/ml.

golongan ragi pembentuk gas:

Candida pseudotropicalis Torulopsis sphareica

c. Bakteri pembentuk lendir (ropines)

Bakteri yang menyebabkan susu berlendir umumnya banyak ditemukan dalam tanah dan air, yaitu :

- Alkaligenes viscolactis
- Aerobacter aerogenes
- Streptococcus cremoris var hollandicus
- Micrococcus

d. Bakteri proteolitik

Bakteri ini merombak protein susu terutama casein sehingga rasa susu jadi pahit dan berbau busuk:

- Bacillus subtilis Pseudomonas putripaciens
- Proteus sp Strept.liquipaciens

Bakteri *Strep. liquipaciens* juga dapat menggumpalkan susu, karena bakteri ini mengeluarkan enzim semacam rennet yang dapat menggumpalkan casein.

e. Bakteri lipolitik

Bakteri golongan ini dapat merombak lemak susu menjadi glycerol dan asam lemak. Sebagian dari asam lemak ini termasuk asam lemak terbang yang menimbulkan bau yang tajam dari susu dan bau tengik. Adapun mikroorganisme yang termasuk ke dalam golongan ini adalah: Bakteri yang utama adalah: - Pseudomonas fluorescens

- Achromobacter lipoliticum

Ragi : Candida lipolitica Jamur : - Penicillium sp

- Geotrichum candidum

f. Bakteri penyebab flavor

Bakteri ini menyebabkan bau atau warna tidak normal, rasa susu jadi asam, tengik atau pahit. Perubahan yang dihasilkan berbeda untuk mikroorganisme berbeda, seperti :

- *Streptococcus lactis var maltigenes* menyebabkan rasa caramel
- *Pseudomonas ichtyosomia* menyebabkan rasa dan bau ikan
- Coliform menyebabkan bau busuk
- Pseudomonas syncyanea memberikan warna biru
- Pseudomonas synxantha memberikan warna kuning
- Serratia marcescens mmberikan warna merah

2. Temperatur Hidup

Berdasarkan temperatur hidupnya yang sesuai bakteri pada susu dapat dikelompokkan dalam 4 golongan, yaitu :

- ➤ Bakteri psychrophilic, hidup pada temperatur < 20°C : *Achromobacter Alkaligenes, Flavobacterium*
- ➤ Bakteri mesophilic, hidup pada temperatur 20 40°C : Bakteri pembentuk asam laktat , misalnya : *Aerobacter aerogenes*
- Bakteri thermophilic, hidup pada temperatur 40 60°C
 Bacillus, Clostridium

Bakteri ini tahan terhadap suhu pasteurisasi, dan umumnya berasal dari sisa-sisa susu yang terdapat pada alatalat persusuan di mana bakteri sempat berkembang biak pada temperatur tringgi. Oleh karena itu membersihkan alat-alat bekas susu secara tuntas penting sekali. Bila susu dipasteurisasi secara sempurna maka masih akan tinggal sekitar 1% bakteri di dalamnya, yaitu bakteri thermophilic dan thermoduric.

➤ Bakteri thermoduric, sebenarnya merupakan bakteri mesophilic di mana temperatur optimumnya 20 – 37°C / di bawah pasteurisasi, tetapi masih tahan hidup pada temperatur pasteurisasi. Ada 2 type thermoduric, yaitu:

- 1. bakteri pembentuk spora, yang tahan panas dalam bentuk spora : *Bacillus subtilis*
- 2. bakteri tidak membentuk spora tapi tahan panas pada temperatur 80 85°C, yaitu :
 - Microbacterium lacticum
 - Micrococcus luteus
 - Streptococcus thermophilus

3. Phatogenitas

- 1. Bakteri pathogen dari sapi sakit → susu → manusia/sapi
 - misal: TBC, Brucella, Mastitis
- Bakteri pathogen dari manusia sakit → susu → manusia

misal: thypoid fever, diptheria, disentri, scarlet fever.

PENGAWETAN SUSU SEGAR Masa Simpan Susu Segar

SUSU SEGAR adalah bahan pangan mudah rusak (perishable) terutama akibat aktivitas bakteri pembusuk di dalamnya. Susu yang kaya akan nutrisi dan banyak mengandung air memang menjadi media yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Pada umumnya, dalam satu mililiter susu terdapat ratusan ribu hingga jutaan sel bakteri pembusuk, dan bakteri tersebut mampu berkembang biak rata-rata delapan kali lipat untuk setiap jamnya. Oleh karena itu, hanya selang empat jam saja setelah pemerahan, susu segar akan berangsur-angsur rusak atau membusuk.

Produksi susu sapi di Indonesia masih tinggi tingkat kerusakannya, hal ini disebabkan buruknya higienitas dan sanitasi dalam pengumpulan dan transportasi sejak dari peternak, koperasi hingga sampai di industri pengolahan susu (IPS). Rendahnya higienitas dan sanitasi juga mempengaruhi rendahnya kualitas dan kuantitas produksi susu dalam negri. Hal ini disebabkan juga oleh karena rendahnya dalam hal :

- mutu bibit
- kesehatan hewan
- ❖ skala pemilikan sapi yaitu sekitar 2 5 ekor per peternak
- penguasaan teknologi

Penanganan susu segar yang lazim dilakukan untuk memperpanjang daya simpannya adalah dengan pendinginan (cooling). Pada suhu rendah (suhu refrigerator), bakteri akan terganggu metabolismenya sehingga kemampuan berkembang biak dan merusak susu sangat terbatas. Namun pada kondisi tertentu proses pendinginan tidak dapat dilaksanakan oleh karena alasan ekonomis, teknis dan praktis yaitu:

- > mahalnya biaya untuk listrik
- > mahalnya peralatan dan biaya operasional
- panjangnya rantai penanganan susu

Untuk itu jika sarana pendinginan tidak tersedia, maka diperlukan cara pengawetan lain yang sesuai. Pada dekade 1960-1970-an, pernah diujicoba penggunaan hidrogen peroksida (H₂O₂) untuk pengawetan susu segar. H₂O₂ merupakan senyawa oksidator dan dalam jumlah tertentu efektif membunuh bakteri (bakterisidal) di dalamsusu. Akan tetapi cara tersebut akhirnya tidak direkomendasikan karena penggunaan H₂O₂ yang berlebihan dapat bersifat racun dan sulit diaplikasikan di tingkat peternak. Setelah melalui penelitian yang cukup panjang, akhirnya dikembangkan metode pengawetan susu segar dengan lactoperoxidasesystem (LP-system), yang direkomendasikan oleh badan dunia FAO, WHO dan CAC (Codex Alimentarius Comission) pada tahun 1991.

Metode Lactoperoxidase system (LP - System)

Metode ini merupakan modifikasi penggunaan H₂O₂ dalam jumlah kecil untuk mengaktifan enzim yang secara alami ada di dalam susu hingga menghasilkan efek antibakteri. Di dalam susu terdapat beberapa jenis enzim yang umumnya dapat memicu proses kerusakan kerusakan susu, tetapi ada juga enzim yang justru mampu berperan sebagai antibakteri, yaitu lactoperoxidase. Lactoperoxidase atau laktoperoksidase (LP) adalah enzim di dalam susu yang secara alami bukan sebagai anti bakteri, tetapi pada kondisi tertentu dapat diaktifkan dan mampu menimbulkan efek antibakteri.

Pada umumnya, susu mengandung enzim LP sekitar 10-30 ppm. Enzim ini baru akan aktif sifat anti bakterinya jika tersedia tiosianat dan H_2O_2 yang sudah ada dalam susu. Namun jumlah ke dua senyawa tersebut di dalam susu sedikit, yaitu masing-masing 3 – 5 ppm untuk tiosianat dan 1 – 2 ppm untuk H_2O_2 . Jumlah tersebut belum mencukupi untuk mengaktifkan enzim LP, sehingga aktivitas antibakteri dalam susu menurun dan dalam dua jam berikutnya susu akan rusak. Pengawetan susu segar dengan LP-system dilakukan dengan cara menambahkan 14 mg natrium tiosianat (NaSCN) dan 30 mg natrium perkarbonat per liter susu. Pemberian kedua senyawa tersebut bertujuan masing-masing untuk meningkatkan kandungan ion tiosianat di dalam susu hingga menjadi sekitar 15 ppm, serta H_2O_2 hingga menjadi 10-11 ppm.

Singkatnya, natrium tiosianat diberikan terlebih dahulu ke dalam susu yang ditempatkan dalam suatu wadah (milk can) sambil diaduk-aduk selama 30 detik, kemudian disusul penambahan natrium perkarbonat sambil diaduk-aduk selama dua menit. Dalam waktu lima menit proses aktivasi enzim LP akan berlangsung sempurna. Adapun prinsip dari LP system ini adalah sebagai berikut:

• H₂O₂ yang cukup akan mengaktifkan enzim LP sambil senyawa tersebut habis terurai menjadi air dan oksigen.

$$2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$$

• Enzim LP bersama oksigen akan mengubah ion tiosianat menjadi oksida-tiosianat (OSCN-) yang bersifat reversible (dapat balik) dan mempunyai kemampuan sebagai senyawa anti bakteri.

Tiosianat
$$\underline{LP + O_{2}}$$
 OSCN (oksida tiosianat)

Jadi dengan perkataan lain, LP system merupakan alternatif teknologi pengawetan susu yang bekerja nerdasarkan reaksi kimia alami – oksidasi tiosianat dan peroksida – untuk menghasilkan komponen anti bakteri, yaitu OSCN dengan menggunakan LP sebagai katalisator.

Adapun fungsi atau peran dari aktivitas OSCN di dalam susu sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri (bakterisidal) adalah seperti berikut:

- ➤ Oksidasi tiosianat ini menyebabkan gugus sulfhidril (SH) protein pada sel bakteri mengikat gugus hidroksi, sehingga penggunaan oksigen terhambat dan sistem pernapasan bakteri terganggu.
- > Terjadi penghambatan kerja enzim lain (heksokinase).
- ➤ Pelepasan mineral kalium pada sel bakteri sehingga mengganggu proses metabolisme, yang kelak dapat menimbulkan kematian.

Karena itulah, LP-system dapat menghambat pertumbuhan bakteri atau bersifat bakteriostatik bagi bakteri-bakteri pembusuk di dalam susu segar. Aplikasi LP-system harus dilakukan segera setelah pemerahan (0-2 jam) supaya bakteri di dalam susu belum banyak berkembang.

Implikasi LP-System

LP-system telah direkomendasikan oleh FAO untuk negara-negara berkembang, khususnya di daerah yang tidak

tersedia listrik dan memiliki peralatan penanganan susu terbatas. Cina, Kenya, dan beberapa negara berkembang telah menerapkan sistem pengawetan tersebut. Tahun ini, di Indonesia diadakan uji coba dan sosialisasi LP-system di beberapa sentra produksi susu. Sudah barang tentu, sebagai suatu metode yang relatif baru, LP-system memiliki beberapa keunggulan di samping kekurangan. Beberapa hal yang menyangkut implikasi penerapan LP-system:

1. LP-system ternyata mampu memperpanjang daya awet susu segar beberapa kali lipat, yang tergantung kepada temperatur penyimpanan. Hasil penelitian Okita (2003) menunjukkan bahwa pada temperatur rendah, masa simpan susu akan menjadi lebih panjang dibanding pada temperatur yang lebih tinggi, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Temperatur Susu (°C)	Kesegaran Susu (jam)
30	7 - 8
25	11 - 12
20	16 - 18
15	24 - 26

Berdasarkan masa kesegaran tersebut, maka dimungkinkan pengumpulan susu untuk pemerahan pada pagi dan sore atau pengumpulan dari beberapa tempat pemerahan yang berjauhan dapat dilakukan sekaligus sebelum dibawa ke perusahaan pengolahan.

2. Metode LP-system aman digunakan sebagaimana direkomendasikan oleh Codex Alimentarius Comission, di mana penggunaan H₂O₂ dalam sistem ini jauh lebih kecil, yaitu sekitar 100 kali lebih rendah dibandingkan dengan pengawetan menggunakan hidrogen peroksida yangpernah digunakan beberapa dekade terdahulu. Penambahan secara equimolar H₂O₂ sebanyak 8-9 ppm sudah efektif mengaktifkan enzim LP sebagai bakteriostastik.

- 3. Oleh karena LP-system hanya mempengaruhi bakteriostatik, maka metode ini tidak dapat menyembunyikan kualitas susu segar yang sudah jelek akibat banyaknya bakteri pembusuk. Tapi pada penggunaan H₂O₂ dalam jumlah besar atau bahan kimia lain yang bersifat bakterisidal, dapat "menutupi" kualitas susu yang jelek dan kemungkinan bahaya bagi kesehatan konsumen.
- 4. Aspek ekonomi penerapan LP-system di tingkat peternak atau pada suatu sentra pengumpulan susu masih perlu dikaji. Dalam praktiknya, kini telah tersedia secara komersial natrium tiosianat dan natrium perkarbonat, masing-masing sebagai sumber iontiosianat dan H₂O₂.

Batasan LP system berdasarkan pedoman CAC/GL-1991 seperti berikut:

- 1. Metoda ini hanya digunakan pada saat secara teknis, ekonomis, dan praktis penggunaan fasilitas pendingin untuk mengawetkan susu tidak dapat diterapkan. Besarnya biaya tambahan untuk penyediaan ke dua senyawa kimia tersebut di atas baru boleh dikatakan murah atau tidak, setelah dikomparasikan dengan beban biaya listrik yang diperlukan untuk pendinginan dan jangka waktu tingkat kesegaran susu yang dicapai. Namun untuk daerah-daerah yang tidak tersedia listrik dan sangat terbatas sarana transportasinya, LPmenjadi system alternatif untuk penanganan/pengawetan susu segar vang relatif murah.
- 2. Metoda ini tidak boleh digunakan di tingkat peternak, melainkan hanya di tingkat pengumpul/koperasi yang punya fasilitas pembersihan dan sanitasi peralatan dan transportasi yang memadai.

3. Secara teknis, penerapan metode LP-system untuk pengawetan susu segar membutuhkan kecermatan. Untuk itu, diperlukan tenaga terlatih di tingkat peternak atau sentra pengumpul susu untuk mengontrol pelaksanaannya.

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Sebutkan sumber-sumber mikroorganisme yang sering mengkontaminasi susu berserta contoh bakterinya masing-masing!
- 2. Mengapa sebelum dilakukan pemerahan susu, sapi seharusnya dibersihkan atau dimandikan terlebih dahulu? Jelaskan.
- 3. Jelaskan proses fermentasi pada susu sejak diperah hingga rusak dan tidakdapat dikonsumsi lagi!
- 4. Mengapa periode germicidal dalam proses fermentasi susu berlangsung hanya beberapa saat setelah susu diperah? Jelaskan.
- 5. Berdasarkan aktivitas biokimia yang dilakukan, ada 6 golongan bakteri pada susu. Sebutkan golongan bakteri-bakteri tersebut beserta perubahan yang ditimbulkan, dan sebutkan juga contoh bakterinya masing-masing.
- 6. Mengapa bakteri thermophilik sering menjadi gangguan di industri persusuan? Jelaskan.
- 7. Apa yang dimaksud dengan bakteri thermoduric ? Jelaskan.
- 8. Apa yang dimaksud dengan Lactoperoxidase System? Jelaskan!
- 9. Jelaskan mekanisme LP-System sehingga dapat menghasilkan senyawa yang bersifat anti bakteri!
- 10. Jelaskan implikasi dari LP-System!

TUGAS KELOMPOK

Amati proses fermentasi susu sejak diperah hingga rusak dan tidak dapat dikonsumsi lagi, dengan cara membeli susu yang baru diperah langsung ke peternak. Lalu amati dengan meletakkannya dalam gelas transparan semua perubahan-perubahan yang terjadi: - Periksa pH dan amati yang terjadi

- Amati berapa lama waktu yang diperlukan untuk masing-masing periode
- Amati jika susu pecah (periksa dengan uji alkohol/didih) setelah berapa jam?
- Setelah berapa jam bau busuk dapat tercium

PEMERIKSAAN SUSU DI LABORATORIUM

Pengantar

Bagian ini menguraikan tentang pemeriksaan susu di laboratorium. Pemeriksaan susu meliputi keadaan susu maupun susunan susu yang merupakan dasar diterimanya susu di industri pengolahan susu. Diuraikan pula mengenai pemalsuan susu.

Sub Bab

PENDAHULUAN PEMERIKSAAN SUSU

Pemeriksaan Keadaan Susu Pemriksaan Susunan Susu PEMALSUAN SUSU

Pemalsuan Dengan Air Atau Skim Pemalsuan Dengan Air Kelapa Pemalsuan Dengan Air Santan Pemalsuan Dengan Air Beras/Tajin Pemalsuan Dengan Susu Masak

III PEMERIKSAAN SUSU DI LABORATORIUM

PENDAHULUAN

Susu sapi yang baik adalah susu yang diperah dari ambing sapi yang sehat di mana di dalam pemeliharaannya mendapatkan makanan yang secukupnya. Susu merupakan media yang paling cocok untuk perkembangbiakan mikroorganisme, sehingga susu mudah rusak bila disimpan agak lama.

Pemeriksaan susu sebaiknya dilakukan secara rutine agar kondisi susu selalu terhontrol. Susu yang akan diperiksa dapat diambil langsung dari loper/agen. Hal ini dpat dilakukan dengan cara mencegat tukang susu di jalanan tanpa memberitahukan sebelumnya. Pengambilan susu atas perintah dan sepengetahuan Dokter Hewan / Kepala Dinas Peternakan. Petugas sebelum mengambil susu yang akan diperiksa harus memperlihatkan tanda pengenal dan surat perintah. Si petugas memberikan tanda penerimaan pengambilan susu dari loper.

Pada umumnya susu sample diambil sebanyak 500 ml dan loper akan mendapat ganti rugi dari Kotamadya atau Kabupaten. Botol/kemasan susu yang sudah diambil sebagai sample dicatat mengenai keadaan botolnya, segelnya, tempat, tanggal dan jam pengambilan dan nama perusahaannya. Susu harus segera diperiksa di laboratorium. Agar pemeriksaan berlangsung objektif, pemeriksa (laboratoran) sebaiknya tidak diberi tahu nama perusahaan dari mana sampel susu diambil. Gunakan kode baik oleh huruf / abjad atau dengan angka. Pengambilan susu sample tidak hanya dari loper saja tetapi diambil juga langsung dari perusahaan, untuk perbandingan.

PEMERIKSAAN SUSU

Yang dimaksud dengan susu, yaitu susu sapi yang tidak dikurangi atau ditambahkankan apapun ke dalamnya dan doperah dari pemerahan sapi-sapi sehat, yang dilakukan secara kontinue dan sekaligus.

Syarat yang harus diperhatikan dalam pemeriksaan susu:

- 1. Susu sample tidak boleh kurang dari 500 ml dan harus memperhatikan sebelum pemeriksaan adanya perubahan-perubahan keadaan susu yang disebabkan oleh:
 - o Pengeluaran gas-gas
 - o Pembeluan lemak-lemak susu
 - o Belum stabilnya putih telur susu
 - o Temperatur susu yang tinggi

2. Jenis susu sample:

- a. Sampel susu jalanan, yaitu susu yang diambil dari loper di jalanan dengan dicatat : nama perusahaan, jumlah sample, nama loper, jam, tanggal dan tempat pengambilan, keadaan botol / kemasan, etiket dan segel.
- b. Sampel susu kandang, yaitu susu yang diambil langsung dari kandang / perusahaan (sewaktuwaktu). Susu hasil pemerahan pagi atau sore yang telah dihomogenkan bila ternyata didapat kan lebih dari satu ekor sapi, dicatat : nama perusahaan, jam, tanggal dan hari pengambilan, nama pengambil, keadaan sapi secara keseluruhan, keadaan kandang / perusahaan dsb.
- c. Sample individu, yaitu susu yang diambil dari individu sapi, untuk keperluan pemeriksaan mastitis atau keperluan

- 3. Semua alat-alat yang dipergunakan harus bersih dan steril.
- 4. Sebelum susu diperiksa, sample susu harus dihomogenkan dulu, yaitu dengan jalan memindahkan dari satu tabung ke tabung yang lain beberapa kali.
- 5. Temperatur susu harus berada antara 20 30°C, untuk memenuhi syarat-syarat di Indonesia semua perhitungan disesuaikan pada suhu 27.5°C.
- 6. Peneraan dilakukan 2 3 kali, kemudian diambil rata-ratanya.

Pemeriksaan susu dilakukan terhadap : I. Keadaan Susu II. Susunan Susu

I. Pemeriksaa Keadaan Susu

1. Uji Fisis (warna, bau, rasa dan kebersihan)

Alat-alat dan bahan yang digunakan:

- Baker glass besar
- Tabung reaksi
- Tabung/gelas piala kecil
- Tabung Erlenmeyer
- Pembakar bunsen
- Susu

Prosedur:

Uji Warna

Tempatkan susu dalam tabung reaksi/baker glass yang tembus cahaya, lalu goyang-goyangkan serta perhatikan jika susu menunjukkan warna:

- putih susu : susu normal

- kebiru-biruan : susu dicampur air atau krim susu

dikurangi

- koloni warna biru : ada Bacillus subtilis

- merah darah : mastitis

Uji Bau

Bau susu itu spesifik, untuk mengetahui kelainan, susu diisikn ke dalam tabung reaksi lalu dipanaskan sampai keluar uap. Cium bau yang keluar, misalnya bau santan, bau sampah atau bau kotoran sapi.

Uji Rasa

Susu dirasakan oleh lidah

- pahit : disebabkan kuman pembentuk pepton

- rasa lobak : disebabkan kuman *coli*

rasa sabun : disebabkan kuman *lactis saponacei*rasa tengik : disebabkan kuman asam mentega /

lipolitik

- anyir/amis : disebabkan kuman tertentu pada

mastitis.

Konsistensi

Tabung reaksi diisi dengan sample susu, lalu goyanggoyangkan perlahan-lahan,

- Jika susu baik, akan membasahi tabung reaksi tanpa berlendir atau berbutir-butir. Jika ada busa akan hilang kembali.
- Jika susu atau serumnya berlendir, berarti susu telah dicemari oleh kuman *cocci* dan *coli* yang berasal dari air atau makanan atau alat-alat akibat pekerjaan yang tidak hygienes.

2. Uji Kebersihan Susu

Untuk mengetahui ada tidaknya kotoran/benda asing dalam susu yang tidak langsung tampak oleh mata bila bercampur dengan susu.

Alat-alat: - Saringan (biasanya kapas)

- Corong
- Bakerglass penampung susu

Prosedur:

- Melalui saringan susu ditampung dalam bakerglass
- Saringan dikeringkan, kemudian diperiksa dinilai kotorannya.
- Kotoran bisa berupa bulu sapi, rumput, sisa makanan, semut, darah, pasir dsb.
- Pemeriksaan kebersihan dapat disempurnakan dengan pemeriksaan mikroskopik.

Penilaian: Bersih - sedikit kotor - kotor - kotor sekali

3. Uji Didih (Cloth on Boiling/COB-Test)

COB test digunakan selain untuk menentukan "heat stability" susu juga untuk mengetahui baik/tidaknya susu untuk dapat diproses menjadi produk lain atau dipasarkan dalam bentuk susu segar.

Alat-alat: - Tabung reaksi

- Beaker glass 250 ml
- pipette 5 ml
- kompor / pemanas bunsen
- panci

Prosedur:

- Pipet 5 ml susu ke dalam tabung reaksi
- Letakkan tabung tersebut dalam air mendidih selama 5 menit, atau dapat juga tabung tersebut dipanaskan langsung di atas api Bunsen sampai mendidih.
- Amati tabung tersebut terhadap endapan atau penggumpalan

Penilaian:

 Susu yang tidak baik/mulai rusak akan pecah atau menggumpal bila dipanaskan sampai didih. Mantel air yang mengelilingi casein pada susu yang tidak baik dalam keadaan tidak stabil yang mengakibatkan casein akan menggumpal oleh panas atau asam.

- Uji didih dinyatakan positip bila:
 - a. terdapat endapan
 - b. terdapat gumpalan
 - c. terdapat butir-butir halus pada dinding tabung

4. Uji Alkohol (Alcohol Precipitation Test/APT) Prinsip :

Protein susu diselubungi oleh mantel air. Susu yang rusak akan bercampur dengan alcohol yang berdaya dehidrasi sehingga protein akan berkoagulasi. Semakin tinggi derajat asam susu semakin sedikit jumlah alcohol dengan kepekaan yang dibutuhkan untuk memecahkan susu yang sama banyaknya.

- 1 bagian susu + 1 bagian alcohol 70%, pecah pada keasaman 8 – 9° SH
- 1 bagian susu + 2 bagian alcohol 70%, pecah pada keasaman 8.5° SH
- 1 bagian susu + 1 bagian alcohol 50%, pecah pada keasaman 9.5° SH

Alat-alat:

- Tabung reaksi
- pipette 1 ml

Reagen: Larutan alkohol 70% (70 ml ethyl alcohol + 28 ml aquades)

Prosedur:

- Pipet 1 ml susu ke dalam tabung reaksi
- Tambahkan 1 ml larutan alkohol tersebut
- Kocok dengan merata
- Amati, apakah ada penggumpalan atau tidak

Penilaian:

- Uji alkohol dinyatakan positip jika susu yang ditambahkan alkohol tampak menggumpal, pecah atau bila digoyanggoyang pada dinding tabung tampak butir-butiran/lendir.

Catatan : Jangan sekali-kali menggunakan alkohol pekat, sebab semua susu yang baik sekalipun akan pecah bila ditambah alkohol pekat.

5. Uji Kimia susu

A. Penetapan Derajat Asam (Titraable Acidity/TTA/Acidity Test)

bertujuan untuk Uii keasaman menentukan pembentukan asam dari fermentasi gula susu yang diditeksi dengan cara titrasi, di mana uji ini didasarkan pada kandungan asam laktat pada susu yang dinetralisir oleh NaOH dan memberikan warna pink (merah muda dengan bantuan indikator phenolphtalien. Pada umumnya susu segar yang belum tercemar tidak mengandung asam laktat. Beberapa bakteri/mikroba yang mencemari dapat memecahkan gula susu (laktosa) menjadi asam laktat.

Penetapan derajat asam ini dapat dilakukan dengan cara Soxhlet Henkel yang menggunakan satuan °SH, atau dengan cara Dornic yang menggunakan satuan °D. Test ini tidak hanya menentukan TTA susu segar, juga semua produk susu dengan tujuan yang sama.

Definisi:

Menurut Codex : Derajat asam (°SH) susu adalah jumlah CC 0.25N basa (NaOH) yang diperlukan untuk menetralisir 100 CC susu dengan phenolphtalien sebagai indicator.

Cara Umum

Alat-alat: - 1 buret dengan skala 01 CC

- 1 tabung ukur

- 2 botol Erlenmeyer 100 CC
- larutan NaOH 0.25 N (dalam buret)
- larutan phenophtalien 2% dalam alkohol 90%

Prosedur:

- Masing-masing Erlenmeyer diisi 50 CC susu
- Teteskan beberapa tetes (0.5 CC) larutan phenophtalien
- Salah satu Erlenmeyer dititrasi dengan NaOH dari buret sampai terbentuk warna merah muda yang konstan, walaupun dikocok warna tidak hilang.
- Erlenmeyer yang satu sebagai pembanding.

Penilaian:

Bila jumlah NaOH yang terpakai 4 CC maka segera kalikan 2 jadi 8 CC (jumlah susu yang dipakai 50 CC, sedangkan seharusnya 100 CC jadi harus dikalikan 2). Ini berarti bahwa derajat asam susu sample adalah 8° SH.

Cara Hemat

Alat-alat sama dengan di atas hanya NaOH yang dipakai 0.1N

Prosedur:-

Penilaian:

Bila jumlah NaOH 0.1N yang terpakai 2 CC maka segera kalikan 4 (jumlah susu yang dipakai 10 CC dan NaOH 0.1N seharusnya 100 CC dengan NaOH 0.25N. Jadi 100/10 X 0.10/0.25 = 4)

Ini berarti bahwa derajat asam susu sample adalah 8° SH. Hasil kedua pemeriksaan bedanya tidak boleh lebih dari 02° SH. Menurut Codex derajat asam susu normal 6 – 8° SH.

Cara Dornic.

Definisi : 1º D(Dornic) adalah jumlah 01 CC basa 1/9N yang diperlukan untuk menetralisir 10 CC susu.

Prosedur: sama

Penilaian: Jumlah CC NaOH 1/9 N x 10 = °D

B. Uji Reduktase

Prinsip: Dalam air susu terdapat enzim reduktase yang dibentuk oleh bakteri susu. Enzim ini mereduksi zat warna methyline blue sehingga larutan menjadi tidak berwarna.

Alat: - 2 tabung reduktase dengan penyumbat karet

- 1 pipet steril 05 CC
- 1 pipet steril 20 CC
- Incubator
- Larutan methyline blue dalam H₂O
- Membuat larutan methyline blue : 5 CC larutan pekat methyline blue dalam alkohol dilarutkan dengan 195 CC aquadest (harus steril)

Prosedur:

- a. Masing-masing tabung reduktase diisi 0.5 CC larutan methyline blue dan 20 CC susu sampel
- b. Sumbat dan kocok perlahan-lahan agar homogen dan warna birunya merata.
- c. Masukkan dalam incubator 37°C
- d. Periksa setiap 30 menit sampai semua warna biru lenyap.
- e. Penilaian:

Waktu reduktase adalah waktu yang diperlukan mulai saat tabung dimasukkan ke dalam incubator sampai warna biru dari susu hilang. Menurut Codex : minimal angka reduktase = 2, yang terbaik angka reduktase 5 atau lebih.

C. Uji Katalase

Prinsip:

Dalam susu terdapat enziym katalase yang berasal dari sel-sel, terutama leucocyt berisi polimorph, juga kuman-kuman, reruntuhan sel ambing dan zat-zat organis lainnya. Enzym ini dapat membebaskan O_2 dari latutan peroksida (H_2O_2) . Volume O_2 yang dibebaskan dapat diukur.

Alat-alat:

- 2 tabung katalase steril
- 1 pipet 5 CC steril
- 1 pipet 10 CC steril
- larutan H₂O₂ 0.5%
- Inkubator.

Prosedur:

- Tabung katalase diisi dengan 10 ml susu sampel
- Tambahkan 5 ml larutan H₂O₂ 0.5%
- Aduk dengan membolak-balik tabung secara hatihati sampai homogen.
- Jaga jangan sampai terbentuk gelembung, lalu tabung disumbat dengan kapas
- Masukkan ke dalam incubator 37°C
- Setelah 3 jam dibaca banyaknya O₂ yang dibentuk di dalam puncak tabung
- Jumlah CC gas O₂ yang terbentuk = angka katalase

Catatan:

- 1. Menurut Milk Codex, angka katalase maksimum = 3
- 2. Enzym katalase inaktif oleh pemanasan 70 80°C

3. Bila terjadi busa perbandingan antara cairan dan gas adalah 1:1

D. Uji Sedimen

Uji ini untuk menunjukkan adanya penyimpangan susu, misalnya mengandung tanah dsb.

Alat-alat: - 2 tabung sentrifuge Trommsdorff steril

- Alat sentrifuge kecepatan 3000 rpm

Prosedur:

- Susu sample yang belum disaring dipanaskan 60°C selama 5 menit
- Tabung Trommsdorff diisi dengan susu sampai garis 10 cc
- Diputar 10 menit dengan putaran 3000 rpm
- Tabung dikosongkan dan dicuci dengan aquadesr (steril)
- Tabung diletakkan terbalik di atas rak untuk bebrapa lama
- Kadar sedimen dapat dibaca.

Penilaian:

Menurut Milk codex, kadar sedimen tidak boleh lebih dari 0.3 %.

6. Uji Mikrobiologis

Susu merupakan media yang cocok bagi perkembangan mikroba, sedangkan mikroba memperbanyak diri rata-rata setiap 60 menit. Pemeriksaan mikroba susu dpat melalui pupukan dengan berbagai metoda, yaitu :

- a. Metoda Koch
- b. Metoda Smith
- c. Metoda Breed

a. Metoda Koch

Alat-alat:

- 1 buah Erlenmeyer (100 cc) yang di dalamnya sudah berisi 90 ml NaCl fisiologis
- 5 pipet 1 cc steril
- 5 tabung reaksi berisi 9 ml larutan saline steril
- 3 cawan petri diameter 10 cm steril berisi 10 cc nutrien agar yang sudah beku
- 1 pembakaran Bunsen/lampu spiritus
- 1 inkubator
- 1 bak air pemanas 60° 70°C.

Prosedur:

- Sampel 10 ml dimasukkan ke dalam labu erlemeyer yang sudah berisi 90 ml larutan saline steril, aduk hingga homogen.
- Sampel susu dari labu erlemeyer diambil 1 ml dengan menggunakan pipet 1 ml I lalu masukkan ke dalam tabung reaksi I , aduk-aduk. Tabung ini disebut pengenceran 10-1
- Dari tabung reaksi I diambil sampel 1 ml dengan menggunakan pipet 1 ml II lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi II dan diaduk. Tabung ini disebut pengenceran 10-2
- Demikian dilakukan seterusnya sampai pengenceran 10-5
- Mulai dari tabung reaksi pengenceran III, IV dan V masing-masing diambil sampel 1 ml dengan menggunakan pipet 1 ml yang berbeda, lalu masingmasing dipindahkan ke cawan petri 10-3, 10-4, dan 10-5
- Cawan petri dieramkan dengan letak terbalik dalam incubator 37°C selama 24 jam, atau 2-3 x 24 jam dalam suhu kamar.

- Setelah itu koloni yang tumbuh digitung dengan menggunakan alat Quebec Colony Counter. Jumlah koloni dihitung dengan mengalikannya dengan seperberat pengenceran dan seperberat sampel

Perhitungan:

Menghitung koloni dapat menggunakan:

- 1. Quebec coloni counter
- 2. Alat Biomatic

b. Metoda Smith

Sama seperti metoda Koch, hanya bedanya penggunaan NaCl fisiologis lebih hemat, yaitu 9 cc susu dan susu 1 cc.

c. Metoda Breed

Menghitung bakteri susu dengan menggunakan mikroskop, dapat dilakukan pada waktu itu juga.

Alat-alat:

- Reagens pembersih lemak
- 2 kaca objek bebas lemak
- 1 ose platina yang benkok 90°C
- 1 kertas cetak dengan kotak 1 x 1 cm
- 1 Pipet Breed dengan skala 0.01
- 1 lampu Bunsen / spritus
- zat warna

Prosedur:

- Teteskan 0.01 ml susu sample di permukaan di atas objek gelas persis pada kotak

- Ratakan dengan ose sehinghga kotak 1 x 1 cm terbagi rata
- Sediaan hapusan dikeringkan di udara selama 5 10 menit, lalu fiksasi di atas nyala api
- Celupkan ke dalam larutan ether dan alkohol 96% selama
 menit untuk menghilangkan lemak kemudian keringkan di udara
- Warnai dengan biru methylene Loeffler atau methylene borax selama 1 menit
- Celupkan ke dalam alkohol 96% sampai keluar semua bahan pewarna yang tidak terikat, lalu keringkan di udara.
- Dilihat di bawah mikroskop dengan pembesaran 100X menggunakan minyak immersi.

Cara menghitung:

- Diameter luas pandangan mikroskop harus diukur dulu dengan micrometer, di mana luas pandangan mikroskop Reichert dengan lensa okuler 10 = 0.028364 mm² (0.0284 mm²).

Luas kotak 1 cm 2 = 100 mm 2 Volume susu = 0.01 cc

Jadi dalam luas pandangan 0.0284 mm² terdapat susu sebanyak

$$\frac{0.0284}{100} \text{ X } 0.01 \text{ CC} = \frac{284}{100.000.000} \text{ CC} = \frac{1}{352113} \text{ CC}$$

$$= \frac{1}{350.000} \text{ CC}$$

Hitunglah jumlah bakteri dalam 10 – 60 luas pandangan dan ambil rata-ratanya. Misalnya rata-rata jumlah bakteri/luas pandangan K, maka jumlah bakteri susu per cc = 350.000 x K

Catatan:

- 1. Metoda Breed dapat digunakan juga untuk menghitung jumlah leucocyt dalam susu.
- **2.** Kelemahan metoda Breed adalah bakteri yang sudah mati ikut terhitung.

II. Pemeriksaan Susunan Susu

1. Penetapan Berat Jenis (B.J)

Penetapan B.J susu dapat menggunakan alat Pyknometer, Neraca Westphal atau Laktodensimeter Soxhlet. Namun yang umum dipakai sehari-hari adalah laktodensimeter Soxhlet yang dilengkapi dengan thermometer yang dipatri, atau dipakai thermometer terpisah.

Perlengkapan:

- a. Laktodensimeter 1 buah
- b. Baker glass/Erlenmeyer 2 buah
- c. Tabung besar 1 buah
- d. Thermometer (bila perlu)

Prosedur:

- a. Susu yang telah homogen, secara hati-hati dituangkan ke dalam tabung besar. Hindarkan pembentukan gas/busa.
- b. Laktodensimeter dibenam-benamkan, biartkan timbul kembali dan tunggu sampai berhenti. (Ulangi sampai 3 kali). Angka yang didapat ambil rata-ratanya.
- c. Pembacaan skala laktodensimeter menunjukkan B.J susu

Contoh : Skala menunjukkan angka 25, ini berarti B.J susu = 1.025

- d. Temperatur susu harus berada antara 20°- 30° C, kemudian disesuaikan pada B.J <u>27.5°C</u> 76 Cm Hg
- e. 27.5°C. Yang berarti bahwa perbandingan B.J susu pada 27.5°C terhadap air pada 27.5°C dengan tekanan udara 76 Cm Hg.
- f. Koefisien pemuaian susu yang menyebabkan perubahan B.J adalah sekitar 0.0002 untuk setiap perubahan temperatur susu setiap 1°C.

Bila menggunakan laktodensimeter yang tertera pada 27.5°C maka B.J susu dapat langsung dilihat pada angka yang terlihat. Tetapi bila menggunakan laktodensimeter yang tertera pada 15°C maka harus diadakan perhitungan dulu.

Contoh:

Temperatur susu menunjukkan 25°C.

Skala laktodensimeter yang ditera pada 15°C menunjukkan angka 270

Perhitungan:

Angka ini merupakan perhitungan B.J susu pada 15°C terhadap air pada suhu 15°C.

Adapun untuk keadaan di Indonesia harus disesuaikan dengan <u>27.5°C</u> 76

Menurut Codex B.J susu minimal = 1.0280

Karena susunan susu berubah-ubah maka berat jenis susu saat diperah akan lebih rendah dari pada B.J susu beberapa lama kemudian. Ini disebabkan perubahan-perubahan susu yang dipengaruhi oleh:

- a. pengeluaran gas-gas
- b. pembekuan lemak-lemak susu. B.J lemak susu yang padat lebih tinggi dari pada lemak susu yang cair.
- c. Zat putih telur yang belum stabil.

2. Penetapan Kadar Lemak.

Penetapan Kadar Lemak susu ada 3 pengertian, yaitu:

- a. Kadar lemak susu penuh / whole milk (alat : Butyrometer Gerber)
- b. Kadar lemak susu atas / cream milk (alat : Butyrometer Kohler)
- c. Kadar lemak susu bawah / skim milk (alat : Butyrometer Ziegfield)

a. Penetapan Kadar Lemak Susu Penuh

Penetapan kadar lemak susu selain dengaan cara Gerber dapat pula digunakan cara Rose Gottlieb, Bonnema dan Babcock. Yang sering digunakan sehari-hari adalah Gerber.

Prinsip:

 H_2SO_4 (91 – 92%) pekat melarutkan serta merombak casein dan protein lainnya, sehingga lenyap bentuk dispersi lemak. Lemak menjadi cair karena panas dan amylalkohol, kemudian berkumpul menjadi butir-butir yang semakin membesar dan akhirnya timbul sebagai cairan yang jernih di atas campuran H_2SO_4 , plasma susu dan amylalkohol.

Alat-alat:

- Butyrometer Gerber
- Thermometer
- Pipet 11 CC
- Sumbat karet
- Pipet otomat 1 CC
- Waterbath
- Pipet otomat 10 CC
- Serbet/Lap

Prosedur:

- a. 10 CC H_2SO_4 pekat (91 92%) isikan ke dalam butyrometer
- b. 11 CC susu masukkan ke dalam butyometer perlahanlahan melalui dindingnya, lalu dengan cara yang sama tambahkan 1 CC amylalkohol.
- c. Tabung disumbat dengan sumbat karet dan dikocok membentuk angka delapan ± 5 menit sampai homogen dan terlihat warna coklat keunguan (karena pembentukan karamel).
- d. Tabung direndam di dalam penangas air (waterbath) 57.2 65°C selama 5 menit
- e. Centrifuge selama 3 menit dengan putaran 1200 rpm.
- f. Masukkan lagi ke dalam penangas air 57.2 65°C selama 5 menit lalu keringkan pakai lap.
- g. Baca kadar lemak (%) yang tertera pada skala.
- h. Minimal menurut Codex kadar lemak = 2.7%

b. Penetapan Kadar Lemak Cream

Alat:

- butyrometer Kohler
- alat lain sama

Prosedur: sama

Bahan yang dipakai:

- 10 CC H₂SO₄ + 5 CC air panas + 1 CC Amylalkohol - Centrifuge selama 5 menit.

c. Penetapan Kadar Lemak Skim Milk

Alat:

- butyrometer Siegfield
- alat lain sama

Prosedur: sama

Bahan yang dipakai:

- 20 CC H₂SO₄ pekat + 22 CC skim milk + 2 CC amylalkohol
- Centrifugr 10 menit.

3. Penetapan Kadar Bahan Kering (B.K)

Dapat dilakukan dengan mengeringkan susu, kemudian ditimbang.

1. Metoda Analitik:

Alat:

- Oven
- Cawan dengan penutup
- Timbangan analitik
- Exicator berisi CaCl₂ anhydreus, H₂SO₄ pekat

Prosedur:

- a. Cawan + tutup dikeringkan dalam oven 100°C (212°F) selama 10 menit.
- b. Cawan + tutup dimasukkan ke dalam exicator dan dinginkan pada temperatur kamar
- c. Cawan san tutupnya segera ditimbang.

- d. Cawan diisi 3 5 cc sample dengan pipet dan segera timbang beserta tutupnya.
- e. Cawan yang berisi sample dipanaskan pada temperatur 100°C sampai mempunyai berat yang tetap (setelah ditimbang, panaskan lagi dalam oven ± 1 jam kemudian ditimbang lagi sehingga beratnya konstan, perbedaan berat tidak lebih dari 0.0002 gr).
- f. Cawan dan tutup sebelum ditimbang, masukkan dulu dalam exicator sampai dingin sama dengan temperatur kamar.
- g. Pembacaan timbangan sampai 4 desimal. Penambahan berat cawan + tutup adalah berat bahan kering dari sample.
- h. Perhitungan Bahan Kering (B.K)

Catatan : Untuk Condensed Milk, pakai 1 gr contoh dan tambahkan kira-kira 1 ml aquades panas

2. Penetapan Bahan Kering menurut "Fisher"

$$BK = 1.23 L + 2.71 x \frac{100 (B.J - 1)}{B.J}$$

B.K = Bahan Kering

L = Lemak

B.J = Berat Jenis

1.23L = lihat Tabel 3.4

Contoh : Kadar lemak susu : 3.3%, pada Tabel 3.4 dapat dibaca 1.23 L menunjukkan angka 4.06

3. Penentuan Kadar Bahan Kering Tanpa Lemak BKTL = Bk - L

Tabel 3.1. Daftar Penjabaran (herleidingstabel) untuk B.J Susu dari<u>t</u>76 menjadi <u>27.5</u>

27.5

20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	27.5°	28°	29°
1.0256	254	252	250	248	246	244	241	1.0240	239	236
1.0266	264	262	260	258	255	253	251	1.0250	249	246
1.0278	276	274	272	270	267	264	262	1.0260	259	256
1.0289	287	285	283	281	278	275	272	1.0270	269	266
1.0300	298	295	292	290	288	285	282	1.0280	279	276

1.0290

1.0300

1.0310

1.0320

1.0330

1.0340

1.0350

Bila umpamanya pada 29°C ditemukan B.J 1.0246, maka pada 27.5°C adalah 1.0250

4. Penentuan Titik Beku

27.5

1.0311

1.0320

1.0331

1.0344

1.0354

1.0364

1.0374

Semua larutan mempunyai titik beku di bawah 0°C. Demikian pula susu, karena air susu mengandung zat-zat yang terlarut (laktosa dan garam-garam). Semakin banyak jumlah molekul dan ion di dalam larutan semakin rendah titik bekunya, atau semakin besar penurunan titik bekunya. Penurunan titik beku susu adalah selisih antara titik beku air susu dengan titik beku air. Di Indonesia titik beku susu tidak boleh lebih dari -0.500°C.

Prosedur:

- a. Ambil tabung reaksi dengan diameter 2.5 cm, isi dengan 30 CC aquades masak yang telah dingin. Tabung disumbat dengan gabus yang telah dilubangi 2 buah.
- b. Dari lubang yang satu dimasukkan tabung gelas yang kedua ujungnya terbuka. Melalui lubang tabung ini kita masukkan air dan mengaduknya dengan tangkai pengaduk.
- c. Tabung yang satu lagi diisi thermometer Bechman dengan pembacaan skala hingga 0.001°C. Ujung bundar thermometer harus berada kira-kira di dalam pertengahan cairan.
- d. Tabung yang berdiameter 2.5 cm tadi ditempatkan dalam cairan pendingin (koelbath) secara terasing (isolated) yang bersuhu –2 sampai –6°C.
- e. Sambil mengaduk secara merata, temperatur air dalam tabung diturunkan sampai 1°C di bawah titik beku air.
- f. Tabung yang berdiameter 2.5 cm dimasukkan lagi ke dalam tabung yang berdiameter 5 cm, sehingga mantel pendingin dan tabung pembeku tidak bersentuhan.
- g. Tabung yang berdiameter 2.5 cm yang berada dalam tabung 5 cm dimasukkan air pendingin. Cairan pendingin harus 4 cm lebih tinggi dari permukaan cairan yang berada dalam tabung pertama.
- h. Ke dalam cairan yang bersuhu rendah dimasukkan kristal es murni kemudian sambil mengaduk secara merata, perhatikan naiknya iar raksa kira-kira 1 menit sampai tidak naik lagi. Secara hati-hati thermometer diketuk-ketuk dan tinggi air raksa diperiksa dengan menggunakan alat hingga ketelitian 0.001°C.
- i. Jika sudah meleleh maka prosedur ini diulangi lagi.
- j. Perbedaan kedua prosedur tidak boleh lebih dari 0.005°C.

- k. Dengan cara yang sama dilakukan terhadap susu 30 CC. Cairan didinginkan hingga 1.5°C di bawah titik beku air.
- 1. Selisih antara a dan b merupakan titik beku dari susu.

5. Penetapan Refraksi (R) dan Indeks Refraksi (N.D)

Alat:

Refractometer celup dengan bagian-bagian yang terdiri dari baker glass, Curvet, penyaring Erlenmeyer, Kertas saring, sumbat karet dengan pipa gelas sepanjang 40 cm.

Bahan:

Larutan Calcium Chlorida 20% (20 gr CaCl₂ dilarutkan dalam 80 CC air, B.J. larutan = 1.1360).

Prosedur:

- a. Erlenmeyer diisi 150 ml susu + 1.25 CC CaCl₂ 20 %.
- b. Kocok sempurna dan sumbat rapat-rapat
- c. Panaskan dalam air mendidih 20 30 menit
- d. Dinginkan dalam air selama 30 menit
- e. Saring untuk mendapatkan serum yang jernih
- f. Serum dituangkan ke dalam Curvet refarctometer dan ukur temperaturnya
- g. Prisma refractometer celupkan ke dalam Curvet dan lihat angka refraksinya (skala)
- h. Angka skala yang ditunjuk disesuaikan dengan suhu 27.5°C (Tabel 3.2)
- i. Indeks refraksi dapat dilihat di Tabel 3.3
- j. Minimal menurut Codex, angka refraksi 34

Catatan:

Meskipun penetapan titik beku dan angka refraksi ini penting untuk menentukan pemalsuan susu, namun jarang dilakukan karena alat-alatnya sangat langka. Yang sering dilakukan : B.J, kadar lemak dan kadar bahan kering (B.K).

Tabel 3.2. Daftar Koreksi Untuk Penilaian Refractometer Suhu Antara 20° dan 30° Pada 27.5°C

	12.55	17.6	22.5	27.35	32.2	37.1	41.9
30°	+0.75	+0.75	+0.75	+0.75	+0.75	+0.75	+0.80
29°	+0.40	+0.45	+0.45	+0.45	+0.45	+0.45	+0.45
28°	+0.10	+0.15	+0.15	+0.15	+0.15	+0.15	+0.15
27.5°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27°	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
26°	-0.45	-0.45	-0.45	-0.45	-0.45	-0.45	-0.45
25°	-0.70	-0.70	-0.70	-0.75	-0.75	-0.75	-0.85
24°	-0.90	-0.95	-0.95	-1.05	-1.05	-1.05	-1.15
23°	-1.20	-1.20	-1.20	-1.30	-1.35	-1.35	-1.45
22°	-1.45	-1.45	-1.45	-1.55	-1.65	-1.65	-1.80
21°	-1.65	-1.65	-1.70	-1.80	-1.90	-1.95	-2.05
20°	-1.90	-1.90	-1.95	-2.05	-2.15	-2.25	-2.35
17.5°	-2.40	-2.40	-2.50	-2.75	-2.90	-2.80	-3.10

Bila kita menemukan umpama pada suhu 20° : 25.0 maka bila angka ini dikoreksi pada 27.5° angka menjadi 25.0 – 2.05 = 22.95

Tabel 3.3. Daftar Penjabaran Skala Refraktometer Celup Antara 10 dan 50 Terhadap Index Pembiasan (N.D)

Skala	N.D	Skala	N.D	
10	1.3313	31	1.3393	
11	1.3317	32	1.3397	
12	1.3320	33	1.3401	
13	1.3324	34	1.3405	
14	1.3328	35	1.3409	
15	1.3332	36	1.3412	
16	1.3336	37	1.3416	
17	1.3340	38	1.3420	
18	1.3344	39	1.3424	
19	1.3347	40	1.3428	
20	1.3352	41	1.3431	
21	1.3355	42	1.3435	
22	1.3359	43	1.3439	
23	1.3363	44	1.3443	
24	1.3367	45	1.3447	
25	1.3371	46	1.3451	
26	1.3374	47	1.3454	
27	1.3378	48	1.3458	
28	1.3382	49	1.3462	
29	1.3386	50	1.3463	
30	1.3390	-	-	

Jadi umpamanya 34.6 bagian skala sama dengan indeks pembiasan ND =

 $1.3405 + 0.5 \times 0.0004 = 1.3407$

Tabel 3.4. Daftar Penjabaran Lemak

Lemak	1.23V								
1.0	1.23	2.5	3.08	4.0	4.92	5.4	6.64	6.8	8.37
1.1	1.35	2.6	3.20	4.1	5.04	5.5	6.77	6.9	8.49
1.2	1.48	2.7	3.32	4.2	5.16	5.6	6.89	7.0	8.61
1.3	1.60	2.8	3.44	4.3	5.29	5.7	7.01	7.1	8.73
1.4	1.72	2.9	3.57	4.4	5.41	5.8	7.14	7.2	8.85
1.5	1.84	3.0	3.69	4.5	5.53	5.9	7.26	7.3	8.98
1.6	1.97	3.1	3.81	4.6	5.66	6.0	7.38	7.4	9.11
1.7	2.09	3.2	3.94	4.7	5.78	6.1	7.51	7.5	9.23
1.8	2.22	3.3	4.06	4.8	5.90	6.2	7.63	7.6	9.35
1.9	2.34	3.4	4.18	4.9	6.03	6.3	7.75	7.7	9.47
2.0	2.46	3.5	4.31	5.0	6.15	6.4	7.88	7.8	9.59
2.1	2.58	3.6	4.43	5.1	6.27	6.5	8.00	7.9	9.72
2.2	2.71	3.7	4.55	5.2	6.40	6.6	8.12	8.0	9.84
2.3	2.83	3.8	4.68	5.3	6.52	6.7	8.25	-	-
2.4	2.95	3.9	4.80	-	-	-	-	-	-

PEMALSUAN SUSU

Memeriksa susu yang dipalsukan tidak mudah. Bila susu sampel dari loper mencurigakan terhadap pemalsuan, maka susu dari kandang di cek lagi untuk membandingkannya. Susunan susu setiap harinya berubah-ubah, apalagi antara susu individu dengan susu gabungan dari sapi-sapi yang lain, Minimal B.J susu menurut Codex 1.0280, bila kurang dari angka ini harus dicurigai terhadap pemalsuan.

Setiap pemalsuan akan mempengaruhi terhadap susunan susu seperti B.J, kadar lemak, kadar bahan kering, kadar bahan kering tanpa lemak (BKTL) dan titik beku. Tabel 3.5 berikut ini menunjukkan kemungkinan pemalsuan dan perubahan susunan susu.

Tabel 3.5. Pemalsuan Susu dan Perubahan Susunan Susu

Macam Pemalsuan		Akibatnya					
Domasan	Berat	%	% Bahan	% Lemak dan	Titik Beku		
Dengan	Jenis	Lemak	Kering	Bahan Kering	-0.05		
Air	turun	turun	turun	tetap	naik		
Skim Milk	naik	turun	turun	turun	tetap		
Mengurangi krim	naik	turun	turun	turun	tetap		
Mengurangi	turun						
krim dan me	tetap	turun	turun	turun	naik		
nambah skim	atau naik						

Pemalsuan-pemalsuan yang sering dilakukan:

- 1. Menambah air
- 2. Menambah air dan mengurangi krim
- 3. Menambah air dan skim milk
- 4. Menambah air kelapa, air santan, air beras, air tajin
- 5. Manambah susu masak / susu kerbau / susu kambing / susu kaleng

1. Pemalsuan dengan air atau skim

Menghitung banyaknya/kadar yang dipalsukan berdasarkan :

a. Kadar Lemak

Jumlah air atau skim yang dipalsukan/100 CC susu =

$$\frac{100\ (L_1\ -\ L_2)}{L_1}$$

 L_1 = kadar lemak susu di kandang

 L_2 = kadar lemak susu tersangka

b. Berat Jenis

Jumlah air atau skim yang dipalsukan/100 CC susu =

 BJ_1 = berat jenis susu di kandang

 BJ_2 = berat jenis susu tersangka

2. Pemalsuan dengan air kelapa

Sering dilakukan tetapi baunya yang khas dari air kelapa penggunaannya tidak banyak. Akibatnya:

- titik beku lebih tinggi
- angka refraksi turun
- kadar BKTL tidak banyak berubah
- uji gula positip
- terdapat sel nabati

Untuk membuktikan adanya gula/saccharosa digunakan uji Conrad, dengan cara :

- Cawan porselin diisi dengan :
 - resorsin 100 mg
 - susu 25 CC
 - HCl pekat 2.5 CC
- Campuran tersebut dipanaskan selama 5 menit sampai mendidih sambil diaduk perlahan
- Bila positip pada permukaan terlihat warna merah jambu dipinggir cawan, bila gulanya banyak semua campuran menjadi merah.

3. Pemalsuan dengan air santan

ditandai oleh:

- Indeks refraksi turun
- Kadar lemak naik
- Angka katalase naik

- Uji gula positip
- Ada butiran lemak

4. Pemalsuan dengan air beras/air tajin

Hal ini sering dilakukan sebab selain murah bahannya menyerupai susu. Pemeriksaan dapat dilakukan secara :

- a. kimiawi
- b. mikroskopis

a. Secara kimiawi:

- Tabung diisi 10 CC susu + 0.5 CC asam asetat
- Panaskan lalu tambah 4 tetes lugol
 - o Positip: bila cairan berwarna biru
 - o Dubois: bila cairan berwarna hijau
 - o Negatip: bila cairan berwarna kuning

b. Secara mikroskopis:

Preparat dari susu dilihat di bawah mikroskop, dan akan terlihat ada butir-butir amylum

5. Pemalsuan dengan susu masak

Dapat dibuktikan dengan uji Storch.

Prinsipnya : di dalam susu mentah terdapat enzym yang dapat membebaskan O_2 dari H_2O_2 . Adapun O_2 dapat mengoksidasi zat pewarna hingga warnanya berubah.

Bila susu dimasak/dipanaskan sampai 70° – 80°C enzym ini akan rusak/inaktif.

Prosedur:

a. Tabung kimia diisi dengan 5 CC susu sample + 2 tetes larutan paraphenyldeamida 2% (dalam air) + 1 - 4 tetes larutan H_2O_2 0.2-1%.

➤ Bila negatif (susu tidak dipalsukan/tidak dimasak) susu akan berubah jadi berwarna biru

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Pada pemeriksaan keadaan susu di antaranya adalah melakukan uji fisis. Apa saja yang diperiksa pada uji fisis tersebut?
- 2. Pada uji didih (cloth on boiling test) dapat diketahui kondisi susu apakah masih baik atau sudah rusak. Jelaskan bagaimana mekanisme yang terjadi pada susu yang sudah rusak yang dapat ditunjukkan oleh uji didih ini, dan jelaskan pula tanda-tanda bahwa uji didih positip.
- 3. Pada uji mikrobiologis susu sebutkan metoda-metoda yang dapat digunakan, dan dari beberapa metoda tersebut, metoda mana yang paling banyak digunakan?
- 4. Jelaskan apa saja yang diuji pada pemeriksaan susunan susu!
- Bagaimana prinsip kerja dari penentuan kadar lemak pada susu sehingga terbentuk dua lapisan antara yang pekat dengan yang cair.
- 6. Dalam penentuan titik beku susu, apa saja komponen yang ada dalam susu yang mempengaruhinya?
- 7. Mengapa sampai saat ini di masyarakat masih melakukan pemalsuan susu? Jelaskan!
- 8. Air kelapa sering ditambahkan pada pemalsuan susu. Apa indikasi yang menunjukkan bahwa susu sudah dipalsukan dengan air kelapa.
- 9. Bagaimana pula kondisi susu setelah dianalisis di laboratorium ternyata sudah dipalsukan dengan air santan.
- 10.Bagaimana cara pengujian untuk mengetahui bahwa susu sudah dipalsukan dengan air tajin?

PENILAIAN SUSU DAN PENGAWASAN DI PERUSAHAAN SUSU

Pengantar

Bagian ini menguraikan tentang penilaian susu dan pengawasan di perusahaan susu. Penilaian susu didasarkan pada penilaian milk codex dan menurut angka yang menentukan kelas dari susu. Diuraikan pula mengenai pengawasan di perusahaan susu yang dapat menunjang penilaian susu.

Sub Bab

PENDAHULUAN PENILAIAN SUSU

Penilaian Milk Codex

Penilaian Menurut Angka

PENGAWASAN PERUSAHAAN SUSU

Peraturan Mengenai kandang

Peraturan Mengenai Kesehatan Hewan

Peraturan Pengawasan Makanan Ternak

Peraturan Kamar Susu

Peraturan Peralatan

Peraturan Kesehatan Pegawai

IV

PENILAIAN SUSU DAN PENGAWASAN DI PERUSAHAAN SUSU

PENDAHULUAN

Seperti yang sudah diuraikan sebelumnya, bahwa susu adalah bahan makanan yang mudah rusak sehubungan dengan kandungan nutrisinya yang cukup tinggi, yang juga disukai oleh mikroorganisme. Tidaklah heran setiap perusahaan susu hanya akan menerima susu yang masih dalam keadaan baik dan memenuhi persyaratan-persyaratan yang sudah ditetapkan. Menurut milk codex bila tidak memenuhi persyaratan maka susu tidak boleh dijual pada umum. Tetapi kenyataannya masih banyak susu untuk beberapa hal tidak memenuhi persyaratan milk codex sehingga dinas peternakan sudah mengambil kebijaksanaan dengan mempergunakan penilaian angka pada susu.

Di samping penilaian pada susu, perlu juga dilakukan pengawasan pada perusahaan susu. Hal ini untuk menghindarkan susu yang keadaannya baik saat diterima dari peternak, mengalami kerusakan oleh karena kondisi perusahaan yang kurang baik. Yang diawasi atau dikontrol umumnya meliputi kandang, sapi-sapi perah, alat-alat penampung susu, kamar susu, pemerah, makanan, pengadaan air bersih dan sebagainya. Pengontrolan/pengawasan ini penting selain menjaga kesehatan hewan juga dapat mencegah penyakit pada manusia yang ditularkan melalui susu.

PENILAIAN SUSU

Penilaian susu didasarkan atas:

- Penilaian Milk Codex
- 2. Penilaian angka

1. Penilaian Milk Codex

Penilaian ini biasanya diberikan kepada:

- Susunan susu
- b. Keadaan susu

Susunan susu : yang dimaksud dengan susunan susu yaitu, keadaan zat-zat yang terkandung di dalam susu.

Keadaan Susu : yang dimaksud dengan keadaan susu yaitu, sifat-sifat fisis, khemis dan mikrobiologis dari susu.

Syarat minimal bagi susunan susu:

_			
1	Berat jei	nic	1.0280
т.	Detai lei	шэ	1.0200

2. Titik beku -0.500°C / -0.520°C

3. Kadar Lemak 2.7 % 4. Bahan Kering Tanpa Lemak 8 % 34

5. Angka refraksi

Keadaan susu dikatakan baik bila:

- Warna, bau, rasa, konsistensi dan viskositas 1. normal
- 2. Uji didih dan uji alkohol negatif
- 3. Derajat asam tidak lebih dari 8°SH
- 4. Angka reduktase tidak krurang dari 2 jam
- Jumlah bakteri tidak lebih dari 1.000.000/ml 5.
- 6. Tidak mengandung bakteri pathogen
- 7. Tidak mengandung erythrocyt, leucocyt, bagian jaringan ambing.
- 8. Sedimen tidak lebih dari 0.3%
- 9. Angka katalase tidak lebih dari 3
- 10. Tidak dicampur dengan susu rusak
- 11. Tidak mengandung bahan pengawet

2. Penilaian Menurut Angka

Penilaian menurut angka untuk kualitas susu umumnya ditetapkan dalam 4 kategori kualitas susu (4 kelas).

a. Penilaian Terhadap Susunan Susu

meliputi:

- ➤ Berat jenis (Tabel 4.1)
- ➤ Kadar Lemak (Tabel 4.2)
- ➤ BKTL (Tabel 4.3)
- Angka refraksi serum pada 27.5°C (Tabel 4.4)

Tabel 4.1. Daftar Nilai Berat Jenis

Berat Jenis	Nilai
Nilai max	
1.0320 atau lebih	4
1.0315 - 1.0305	3.75
1.0300 - 1.0295	3.50
1.0290 - 1.0285	3.25
1.0280 - 1.0275	3
1.0270 - 1.0265	2
1.0260 - 1.0255	1
1.0250 - 1.0245	0.5
Kurang dari 1.0245	0

Tabel 4.2. Daftar Nilai Kadar Lemak

Prosentase Kadar Lemak	Nilai
Nilai max	
4.00 % atau lebih	6
3.75 % - 4.00 %	5.75
3.00 % - 3.75 %	5.50
2.75 % - 3.00 %	5
2.50 % - 2.75 %	4
2.00 % - 2.50 %	3
1.50 % - 2.00 %	2
1.00 % - 1.50 %	1
Kurang dari 1.00 %	0

Tabel 4.3. Daftar Nilai Bahan Kering Tanpa Lemak

Nilai
6
5.75
5.50
5
4
3
2
1
0

Tabel 4.4. Daftar Nilai Refraksi Serum

Prosentase BKTL	Nilai
Nilai max	
Lebih dari 9 %	5
9	4.50
8.75	4
8.50	3.50
8.25	3.25
8.0	3.00
7.50	2.00
7.00	1.50
6.50	1.25
6.0	0.50
Kurang dari 6 %	0

Jumlah nilai maximum susunan susu = 4 + 6 + 5 + 5 = 20

b. Penilaian Terhadap Keadaan Susu

Meliputi:

- Keadaan fisis
- Derajat Keasaman
- Uji alkohol
- Uji masak
- * Kadar sedimen
- Angka reduktase

Nilai maximum keadaan susu =

Nilai	max. susunan susu
	2
= 20/2	
= 10	

Tabel 4.5. Daftar Kelas Susu

Kelas	Nilai minimal seluruhnya (keadaan + susunan susu)
1	17.5
2	15.5
3	14.5
4	13.5

PENGAWASAN PERUSAHAAN SUSU

Codex telah menetapkan, bahwa seluruh komponen yang berhubungan dengan susu harus diperhatikan ketentuan-ketentuannya mulai dai kandang/bangunan, kesehatan hewan, makanan ternak, kamar susu, alat-alat, kesehatan pegawai, serta pengadaan air di perusahaan. Ini berarti dalam pengawasan terhadap perusahaan susu harus memperhatikan hal-hal tersebut di atas.

A. Peraturan Mengenai Kandang

- 1. Sapi harus berdiri di dalam kandang dengan kepala mengarah ke luar.
- 2. Lebar selokan kandang bersama gang 1,5 meter
- 3. Lantai harus tahan air dan tidak berlobang dan air harus mudah mengalir.
- 4. Ventilasi dan penerangan harus cukup.
- 5. Bila pakai loteng harus dijaga supaya tidak berdebu
- 6. Urine dan kotoran hewan harus mudah dialirkan melalui selokan ketempat pembuangan
- 7. Pupuk kandang harus tiap hari dikeluarkan dari kandang
- 8. Pembersihan dilakukan sesudah sapi diperah
- 9. Sapi tiap hari dimandikan dan dibersihkan

- 10. Ambing dan putting sebelum diperah, dicuci dengan air pakai sabun kemudian dilap dan ekor diikat sewaktu memerah.
- 11. Pakaian pemerah harus bersih dan tangannya dicuci dengan sabun sebelum mulai memerah.

B. Peraturan Mengenai Kesehatan Hewan

- **1.** Sapi harus secara berkala diperiksa terhadap TBC dan brucellosis.
- 2. Pemeriksaan mastitis harus secara berkala
- 3. Bila hewan kena penyakit menular dan susunya dapat membahayakan konsumen hewan itu harus disingkirkan.
- 4. Adanya penyakit menular (cacar, mastitis, penyakit mulut dan kuku) harus segera dilaporkan ke Dokter Hewan (Kepala Dinas Peternakan)
- 5. Hewan yang diobati dengan obat yang mengandung antibiotik, susunya tidak boleh dijual
- 6. Susu yang berasal dari sapi yang menderita mastitis, brucellosis, mencret, tidak boleh dijual
- 7. Kolostrum tidak boleh dicampur dengan susu lain (7 hari setelah melahirkan).

C. Peraturan Pengawasan Makanan Ternak

Pengawasan ini terbatas pada penyusunan makanan ternak, pengawasan agar makanan ternak tidak busuk, tidak berbau dan tidak berjamur, tidak tercemar oleh pestisida.

D. Peraturan Kamar Susu

Susu harus segera dibawa ke kamar susu sesudah diperah. Kamar susu harus :

- 1. Mempunyai lantai tahan air, dinding dari porselin agar mudah dibersihkan dengan air.
- 2. Loteng tidak boleh berdebu

- 3. Ventilasi dan penerangan harus sempurna
- 4. Ruang susu tidak boleh berhubungan dengan tempat penyimpanan bahan yang menimbulkan bau.

E. Peraturan Peralatan

Alat-alat harus gampang dibersihkan, jangan dibuat dari bahan kayu atau yang tidak tahan air. Tempat penyimpanan susu (Milk Cane), ember dan kran harus :

- 1. Jangan terbuat dari campuran logam yang mengandung lebih dari 1% timbal.
- 2. Dari dalam jangan disolder dengan campuran logam yang mengandung lebih dari 10% timbal
- 3. Dari dalam jangan dilapisis email, cat atau bahan lain yang sewaktu dimasak dapat lepas
- 4. Tutup milk cane harus tahan air

F. Peraturan Kesehatan Pegawai

Setiap buruh atau pemerah susu harus selalu sehat. Bila sakit harus segera diobati dan tidak boleh melakukan pekerjaan yang berhubungan langsung dengan susu. Demikian juga orang yang menderita penyakit kulit dan luka terbuka, tidak diperbolehkan memerah sapi atau bekerja di kamar susu. Penjualan susu harus segera dihentikan sementara bila berjangkit penyakitr typhus, kolera, difteri, tbc di perusahaan tersebut. Penjualan susu baru diperbolehkan lagi bila dokter menganggap bahwa penyakit sudah tidak membahayakan lagi.

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Mengapa penilaian susu harus dilakukan lagi padahal susu yang masuk ke perusahaan sudah pasti yang telah memenuhi persyaratan? Jelaskan!
- 2. Mengapa pula harus dilakukan pengawasan terhadap perusahaan susu?

- 3. Apa saja yang dijadikan dasar pada penilaian susu?
- 4. Pada penilaian susu menurut angka, coba jelaskan apa saja yang jadi penilaian terhadap susunan susu?
- 5. Mengapa kesehatan hewan menjadi salah satu peraturan yang dimasukkan dalam pengawasan perusahaan susu? Jelaskan!
- 6. Mengapa pada ternak yang ditemukan terkena penyakit tertentu, ataupun yang sedang dalam pengobatan susunya tidak boleh dijual atau dikonsumsi?
- 7. Jelaskan bagaimana pengawasan terhadap kamar susu dengan peraturan yang harus diikuti?
- 8. Jelaskan pula persyaratan yang harus dipenuhi pada peralatan susu di perusahaan susu!

PENYAKIT YANG DAPAT DITULARKAN MELALUI SUSU

Pengantar

Bagian ini menguraikan tentang berbagai penyakit yang ditularkan melalui susu baik yang sumbernya manusia maupun hewan. Di bagian ini diuraikan pula tentang keracunan susu yang diakibatkan adanya residu pada susu.

Sub Bab

PENDAHULUAN

PENYAKIT YANG SUMBERNYA MANUSIA DITULARKAN MELALUI SUSU

PENYAKIT YANG SUMBERNYA HEWAN DITULARKAN MELALUI SUSU

KERACUNAN SUSU

Antibiotika

Pestisida

Mycotoxin

Racun Tanaman

Desinfektan

V PENYAKIT YANG DAPAT DITULARKAN MELALUI SUSU

PENDAHULUAN

Susu merupakan bahan makanan yang bernilai gizi tinggi, namun susu juga merupakan media yang paling cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme. Banyak penyakit-penyakit menular baik yang berasal dari manusia ataupun hewan yang ditularkan melalui susu.

Penyakit menular yang sumbernya dari hewan dan dapat menular kepada manusia dikatakan **Zoonosis**. Sebaliknya, penyakit menular yang sumbernya dari manusia dan dapat menular pada hewan dikatakan **Anthropozoonosis**. Dalam pemakaian sehari-hari kedua istilah ini dianggap sama. Adapun penyakit-penyakit menular yang dapat dipindahkan melalui susu dikatakan **Milk borne disease**.

Milk borne disease ini dapat dibagi menjadi 2 golongan, yaitu :

- 1. Penyakit-penyakit yang primer ditemukan pada manusia dan ditularkan kepada orang lain melalui susu, di antaranya : Tuberculosa, Typhus, Paratyphus, Diphteria, dan Disentri.
- 2. Penyakit-penyakit yang primer ditemukan pada hewan yang dapat menular kepada manusia melalui susu, di antaranya : Tuberculosa Bovina, Brucellosis, Penyakit mulut dan kuku, Anthrax, Cacar sapi.

PENYAKIT YANG SUMBERNYA MANUSIA DITULARKAN MELALUI SUSU

a. TBC

TBC type humanis sumbernya manusia. Bila orang menderita TBC, maka ludahnya akan mengandung tbc dan bila mencemari susu maka orang yang minum susu tersebut akan mendapat penyakit tbc. Demikian pula si pemerah yang menderita tbc, sapinyapun akan ikut menderita tbc.

b. Typhus

Penyebab penyakit typhus yaitu Salmonella typhosa terdapat dalam saluran pencernaan manusia, buah pinggang atau kantung kemih. Bakteri ini dapat berkembang biak dalam susu, sehingga orang/sapi yang minum susu tersebut dapat tertular penyakit thypus. Bakteri Salmonella typhosa tidak tahan panas, oleh karena itu untuk mencegah terjadinya sakit, susu sebelum diminum harus dimasak dulu atau sekurang-kurangnya dipasteurisasi.

c. Parathypus

Paratyphus ini menyerupai Thypus hanya lebih ringan. Penyebabnya *Salmonella sp* dan *Salmonella parathypus*. Bakteri ini terdapat dalam kotoran dan urine peenderita atau Carrier, Penularannya sma seperti thypus.

d. Diptheria

Diptheria merupakan penyakit anak-anak yang dapat menimbul;kan kematian. Penyebabnya adalah *Coryne bacterium dyptheriae*. Bakteri ini terdapat dalam kerongkongan dan hidung si penderita.

e. Disentri

Ada dua macam disentri, yaitu disentri baciler dan amuba. Disentri baciler disebabkan oleh *Shigella Shigae* dan disentri amuba disebabkan oleh *Entamoeba histolytica*. Yang penting dalam hal ini adalah disentri baciles yang dapat ditularkan melaui susu.

f. Infeksi Strepto-Coccus

Yang perlu diperhatikan adalah Strepto-coccus grup A, karena menyebabkan rhematic heart disease, yang dapat menimbulkan infeksi pada pharynx. Susu tercemar *Strepto Coccus* dapat memindahkan penyakit Septic sore throat dan Scarlet fever. Buruh yang telah sembuh dari penyakit ini dapat menjadi Carrier.

PENYAKIT YANG SUMBERNYA HEWAN DITULARKAN MELALUI SUSU

a. Tuberculosis bovine

Type tbc ada 3 macam, yaitu type humanis, type avier dan type bovine.

Type bovine sumbernya adalah sapi namun dapat menular pada manusia baik secara kontak maupun melalui susu. TBC ini merupakan penyakit yang menahun, berjalan lambat tapi pasti menghancurkan paru-paru atau organ lain. Yang diserang biasanya kelenjar-kelenjar lympha, paru-paru dan hati dan bisa juga kelenjar pada ambing. Hewan sakit karena makan material yang mengandung bibit penyakit, atau melalui pernafasan karena mengisap udara mengandung penyakit. Hewan yang sakit menyebarkan bakteri Mycobacterium tuberculosa melalui susu atau kotorannya. Setiap hewan yang dicurigai sakit tbc harus dianggap berbahaya untuk kesehatan manusia tanpa memandang ada tidaknya perubahan pada ambing yang menderita tbc. Paru-paru sapi tidak dapat batuk kemudian meludah seperti orang, tetapi ludahnya ditelan kembali sehingga kuman-kuman penyakit ditemukan dalam kotorannya. Kebiasaan minum susu mentah yang sering dilakukan di negara eropa utara menunjukkan seringnya terjadi infeksi melalui susu. Infeksi dapat dihindarkan dengan memanaskan susu sebelum diminum.

b. Brucellosis

Brucellosis atau lebih dikenal lagi dengan penyakit keguguran dapat disebabkan oleh 3 type bakteri yaitu :

- Brucella abortus bang (terdapat pada sapi)
- Brucella suis (terdapat pada babi)
- Brucella melilensis (terdapat pada kambing dan manusia)

Hewan-hewan menderita penyakit yang ini mengeluarkan kuman Brucella meskipun tidak memperlihatkan kelainan pada ambingnya. Selain melalui susu, kuman ini dapat ditularkan melalui produk susu yang tidak mengalami pasteurisasi terlebih dahulu seperti pada butter milk, esd krim, keju Italia. Mentega yang dibuat dari cream yang diasamkan dengan baik tidaklah membahayakan sebagai sumber penularan, sebab asam laktat membunuh bakteri Brucella.

c. Anthrax

Sapi yang menderita anthrax akan segera berhenti produksi susunya secara tiba-tiba, sehingga penularan melalui susu jarang terjadi. Bila penyakit sudah lama terjadi, kuma-kuman terdapat pada susu. Organisme dapat mencapai susu dari lingkungan sekelilingnya dari tempat pemerahan. Penyakit anthrax disebabkan oleh kuman *Bacillus anthraxis*. Beberapa ahli menganjurkan agar sapi yang baru divaksinasi dengan anthrax, susunya jangan dikonsumsi selama 3 – 30 hari. Hal ini menyulitkan para peternak, sehingga diambil kebijaksanaan bahwa sebelum dipasarkan/dikonsumsi susu dipanaskan terlebih dahulu, atau bisa juga dengan melakukan vaksinasi pada waktu kering kandang.

d. Penyakit Mulut dan Kuku (AE/Apthae Ephizootica)

Penyakit ini disebabkan oleh virus, yang dapat ditemukan dalam cairan luka air ludah, air mata dan susu. Orang yang minum susu mengandung virus ini akan menderita seperti yang terdapat pada hewan.

e. Vaccinia dan Cacar Sapi Semu

Susu dapat bertindak sebagai pemindah penyakit ini dari sapi ke manusia. Namun yang lebih sering terjadi secara kontak langsung. Sering sapi perah terkena penyakit ini meskipun tidak sampai mematikan. Susus dari sapi yang menunjukkan luka-luka yang aktif pada ambing tidak boleh dikonsumsi.

f. Mastitis

Mastitis merupakan peradangan ambing sapi yang disebabkan karena infeksi. Mastitis bisa disebabkan oleh bermacam-macam bakteri. Mastitis ini dapat mempengaruhi baik kualitas maupun kuantitas dari susu. Baik dalam bentuk akut maupun khronis akibatnya menimbulkan penyimpangan dari susu yang dihasilkannya.

Susu yang berasal dari ambing yang terserang mastitis, selain mengandung sejumlah mikroorganisme juga ditemukan leucocyt-leucocyt, erythrocit-erythrocit, kenaikan kadar NaCl dan Na₂HCO₃, penurunan kadar laktosa, casein lemak dan bahan kering tanpa lemak. Susu memperlihatkan pula perubahan-perubahan warna dan bau serta kenaikan pH. Untuk itu susu dari hewan terkena mastitis tidak baik untuk dikonsumsi, meskipun kumannya sudah tidak ada. Sapi penderita harus diseleksi agar tidak menular pada ternak yang lain dan susunya dibuang di tempat husus untuk dimusnahkan.

Pengobatan mastitis dengan antibiotik secara tidak teratur dapat menyembuhkan beberapa strain kuman menjadi tahan terhadap antibiotika, sehingga menjadi problema baru terhadap kepentingan kesehatan masyarakat dan industri susu. Untuk itu beberapa waktu setelah pengobatan, susu tidak boleh dikonsumsi.

KERACUNAN SUSU

Berbagai residu dapat menimbulkan bahan kimia bersifat racun pada susu. Residu yang dapat kita jumpai akibat penggunaan yang kurang hati-hati di antaranya:

- Antibiotika
- Pestisida
- ➤ Mycotoxin
- Racun tanaman
- Desinfektan

1. Antibiotika

Antibiotika merupakan obat untuk menyembuhkan berbagai penyakit pada sapi. Namun penggunaan antibiotika yang tidak menurut peraturan, akan mengakibatkan antibiotika yang ada dalam susu merupakan residu yang dapat menimbulkan masalah bagi konsumen. Adanya antibiotika dalam susu akan mengakibatkan:

- a. Berhentinya fermentasi asam laktat dalam suatu produk, sehingga akan menimbulkan kerusakan dan kemungkinan berkembangbiaknya *Staphylococcus* sebelum terbentuknya"curd".
- b. Adanya antibiotika dalam susu akan menimbulkan reaksi individu yang sensitive terhadap antibiotika.

Penicillin merupakan salah satu antibiotika yang sering menimbulkan kepekaan terhadap individu, misalnya adanya "shock anaphylaktis pada pasien-pasien. Banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa efek samping dari antibiotika merupakan residu, baik yang terdapat dalam susu, daging maupun telur. Beberapa ahli mengatakan bahwa residu penicillin 0.0510/ml susu adalah terlalu tinggi dan tidak menjamin keselamatan konsumen.

Untuk menghindarkan efek samping dari antibiotika yang merupakan residu dalam susu sebaiknya diperhatikan hal-hal berikut ini ;

- ❖ Penggunaan antibiotika untuk kepentingan veteriner harus mengikuti anjuran Dokter Hewan.
- Pabrik pembuat antibiotika harus mencantumkan pada etiketnya tertera ekresi dari antibiotika dalam susu setelah pengobatan terakhir.
- Distribusi susu untuk konsumsi harus dilarang untuk beberapa hari setelah pengobatan terakhir, sehingga residu tidak ditemukan lagi.
- Sangat menguntungkan bila kebetulan pemberian antibiotika itu dilakukan saat sapi sedang kering kandang.

2. Pestisida

Di daerah perkebunan sayur-sayuran sering ditemukan penggunaan pestisida untuk hama tanaman, sehingga keracunan oleh pestisida tidaklah mustahil. Namun biasanya bila rumput mengandung pestisida dalam konsentrasi tinggi sebelum sampai ke susu, ternak sendiri segera menderita sakit/mencret-mencret. Pestisida dalam konsentrasi yang tidak menimbulkan sakit namun sering termakan, ada kemungkinan terjadinya akumulasi dan disekresikan melalui susu namun jumlahnya jauh di bawah tingkat keselamatan (safety). Pada tahun 1965 di Inggris pernah dicatat bahwa dalam susu penuh ditemukan:

- o DDT 0.004 ppm
- o Dieldrien 0.0025 ppm
- o Isomer HCN 0.0045 ppm

Kontaminasi susu dengan pestisida dapat terjadi pada waktu dipping (perendaman) hewan dengan pestisida atau pada waktu dusting atau spraying. Di daerah- daerah yang banyak caplaknya, penggunaan pestisida sering dilakukan dan kemungkinan terdapatnya residu pestisida dalam susu sering dijumpai.

3. Mycotoxin

Mycotoxin atau racun yang dihasilkan oleh sejenis jamur membahayakan konsumen. Maka menggunakan konsentrat mengandung bungkil kacang tanah harus hati-hati terhadap jamur yang sering ditemukan pada bahan pakan tersebut. Kadar racun (mycotoxin) dari bungkil kacang tanah berjamur sangat tinggi. Produksi-produksi susu seperti keju, jika kemasannya kurang baik, mudah kena jamur. bungkil Pada pembuatan kacang tanah sering menghasilkan aflatoksin penyimpanannya yang bersifat racun, sehingga membahayakan konsumen. Sangat dianjurkan dalam menyimpan bungkil kacang tananh dalam waktu lama jangan di dalam temperatur kamar.

4. Racun Tanaman

Tidaklah mustahil bila sapi makan rumput yang mengandung racun kemudian residunya ditemukan dalam susu. Tetapi biasanya residu racun tanaman yang terdapat dalam susu tidak sampai membahayakan konsumen, karena jumlahnya sedikit. Meskipun demikian kemungkinan sapisapi makan rumput/tanaman yang beracun janganlah diabaikan.

5. Desinfektan

Desinfektan sering digunakan di kandang-kandang sapi untuk mencegah terjadinya berbagai penyakit. Namun dalam pelaksanaannya, penggunaan desinfektan yang kurang hatihati dapat menyebabkan kontaminasi terhadap susu. Desinfektan yang sering digunakan adalah senyawa Chlorida, Iodine atau NaOH. Residu Chlorine dalam susu tidak begitu berbahaya, tetapi residu Iodine akan mengganggu susunan susu.

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan **zoonosis**, **anthropozoonosis** dan **milk borne disease!**
- 2. Milk borne disease dibagi menjadi dua golongan. Jelaskan!
- 3. Sebutkan penyakit-penyakit yang ditularkan melalui susu yang sumbernya dari manusia
- 4. Sebutkan pula penyakit-penyakit yang sumbernya hewan dan dapat ditularkan melalui susu!
- 5. Keracunan yang disebabkan oleh susu dapat terjadi oleh karena residu yang dijumpai pada susu. Sebutkan residu yang sering ditemukan dan mencemari susu sehingga dapat menimbulkan keracunan!
- 6. Jelaskan pengaruh antibiotika terhadap kualitas susu!
- 7. Bagaimana caranya untuk menghindarkan efek samping antibiotika yang sering menimbulkan residu pada susu.
- 8. Bagaimana caranya pestisida juga dapat menjadi residu pada susu? Jelaskan.

PENERIMAAN SUSU

Pengantar

Bagian ini menguraikan proses perjalanan susu sampai di industri pengolahan susu, di mana saat susu diterima di perusahaan dilakukan berbagai pengujian pada susu walaupun itu sudah dilakukan di tingkat koperasi.

Sub Bab

PENDAHULUAN PERJALANAN SUSU SAMPAI DI INDUSTRI PENGOLAHAN SUSU

PLATFORM TEST

Kualitas Higienes Kualitas Komposisi PENGUKURAN PADA SUSU PENGAMBILAN SAMPEL PERLENGKAPAN PENERIMAAN SUSU

IV PENERIMAAN SUSU

PENDAHULUAN

Susu yang sebagian besar diproduksi dari para peternak, akan sampai di industri pengolahan susu (IPS: seperti Indomilk, Frisian Flag, Ultra Jaya, Nestle dll) melalui rantai yang cukup panjang, sehingga kesempatan susu untuk rusak sampai di IPS cukup besar terlebih jika temperatur penyimpanan berubah-ubah selama transportasi. Oleh karena itu begitu sampai di Industri Pengolahan Susu, sebelum susu diterima terlebih dahulu dilakukan serangkaian pengujian pada susu, sehingga susu yang tidak memenuhi standar yang sudah ditetapkan tidak dapat diterima.

Di tempat penerimaan susu atau di ruang penerimaan susu ada dua aktivitas yang sering dilakukan, yaitu :

- Penyaringan susu untuk kepentingan kualitas higienitas dan pemalsuan susu.
- Pencatatan jumlah susu yang diterima

Walupun susu mentah yang kualitasnya baik merupakan syarat untuk mendapatkan produksi susu beserta produknya yang juga berkualitas baik, namun pada pengolahan selanjutnya susu mentah lebih banyak diproses menjadi susu pasteurisasi dan susu sterilisasi, dibanding susu mentah yang langsung dibuat produk lain seperti keju dab mentega.

Indikasi di atas bisa dijadikan dasar untuk setiap akan mendirikan perusahaan persusuan, dengan konsep bahwa tidak ada susu yang terbuang. Untuk itu, susu asam dan susu krim dapat diolah menjadi susu tepung atau mentega (walaupun bukan kualitas terbaik), atau dapat dimanfaatkan untuk pembuatan dadih.

PERJALANAN SUSU SAMPAI DI IPS

Susu yang sudah diperah oleh para peternak, khususnya di wilayah di mana sudah terbentuk Koperasi Peternak Susu, disetor ke koperasi selaku Tempat Penampungan Susu (TPS). Untuk yang wilayahnya luas di mana lokasi peternak menyebar, biasanya susu dikumpulkan terlebih dahulu di koperasi sub pengumpul susu terdekat di wilayahnya masingmasing sebelum disetor ke Tempat Penampungan Susu. Dari Tempat Penampungan Susu lalu disetor lagi ke Industri Pengolahan Susu (IPS). Demikian mata rantai tataniaga susu segar di Indonesia selama ini. Adapun harga susu ditentukan berdasar kan kesepakatan Gabungan Koperasi Susu Indonesia (GKSI) dan IPS dengan tidak lepas dari standar kualitas tertentu.

Tataniaga ini membuat posisi peternak saat ini sangat lemah karena peternak tidak bisa menjual langsung ke konsumen. Berdasarkan pola ini, posisi tawar IPS terkesan lebih tinggi dari peternak. IPS hanya akan membeli susu jika memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan. Jika peternak mampu memenuhi syarat-syarat tersebut, susunya akan diterima dan ditampung serta memperoleh harga yang bagus. Sebaliknya kalau tidak memenuhi syarat, maka susu akan ditolak.

Di sinilah peran GKSI meningkatkan posisi tawar peternak kepada IPS. Jika peternak mampu menjual lebih tinggi, maka keuntungan juga lebih baik dan kualitas susunya membaik pula. Namun dalam hal ini GKSI hanya sebagai lembaga advokasi saja dan tidak menampung susu, sedangkan lembaga pengumpul susu adalah koperasi-koperasi susu yang kemudian mengirimkannya ke Industri Pengolahan Susu. Untuk itu di masa mendatang tuntutan terhadap peran koperasi tidak cukup hanya memberikan pelayanan konvensional selama ini. Diharapkan, koperasi primer maupun GKSI yang

punya kewenangan dalam kebijakan harga susu mampu menetapkan harga yang menguntungkan dan berdampak terhadap pendapatan peternak sebagai anggota koperasi.

Sementara menunggu terwujudnya harapan tersebut di atas, beberapa peternak sapi perah mengusulkan untuk dibuat pola baru mengenai sistem pemasaran susu segar. Pemerintah seharusnya mulai intens di situ karena hal ini begitu potensial terhadap perekonomian masyarakat pedesaan. Terlebih dengan beredarnya susu bubuk impor yang sudah mendominasi pasar, GKSI harus punya kepastian jaminan pasar bagi peternak. Sebagai alternatif diharapkan agar peternak dapat menjual susu dalam bentuk olahan (seperti susu pasteurisasi dan yoghurt), tidak hanya menjual susu dalam bentuk segar yang keuntungannya tidak sebesar susu olahan.

Namun permasalahan usaha peternak sapi perah saat ini justeru di pasca panen, di mana pengetahuan peternak dalam hal teknologinya masih terbatas. Akibatnya, sampai saat ini berjalannya usaha peternakan sapi perah tidak bisa lepas dari Industri Pengolahan Susu sebagai penampung susu terbesar. Ini berarti peternak juga dituntut untuk dapat memproduksi susu yang memenuhi syarat-syarat yang sudah ditetapkan agar dapat diterima produksinya, sebab langkah pertama yang dilakukan IPS dalam menentukan diterima atau ditolaknya susu yang masuk adalah dengan melakukan berbagai pengujian langsung terhadap susu di ruang penerimaan.

PLATFORM TEST

Platform test pada susu yang diperlukan di tempat penerimaan harus berlangsung cepat dan bisa dipercaya.

Kualitas Higienis

Pengujian yang umum dilakukan untuk kualitas higienis susu adalah:

- Uji organoleptik
- Uji alcohol (alcohol precipitation test)

- Uji didih (clot on boiling test)
- Uji keasaman
- Uji reduksi

Perlaksanaan pengujian tersebut dilakukan di laboratorium berdasarkan panduan yang sudah ditetapkan dengan mengacu kepada Dairy Chemistry Practicals. Pengujian di atas dapat dikelompokkan dalam 3 bagian, yaitu:

- 1) Uji organoleptik mencatat perubahan yang terjadi akibat aktivitas mikroorganisme atau faktor lain yang merubah rasa (misalnya, logam yang menyebabkan oksidasi dan ketengikan saat penanganan susu).
- 2) Uji alkohol, uji didih dan uji keasaman diukur dan dicatat baik perkembangan asam maupun sifat kapasitas buffer. Kapasitas buffer dari susu ditentukan oleh jumlah bahan keringnya, yang bervariasi bukan hanya di antara spesies tetapi juga dalam susu dari spesies yang sama, dan nilai keasaman yang dihasilkan menunjukkan kesegaran susu.
- 3) Uji reduksi, yaitu uji resazurin selama 10 menit, mencatat potensis redoks di dalam susu atau hilangnya oksigen akibat aktivitas mikrobiologi.

Dapat disimpulkan bahwa uji reduksi dapat memenuhi seluruh keperluan pengujian dan dapat dipercaya tetapi tidak dalam waktu cepat pelaksanaannya. Uji yang paling murah, paling cepat dan paling dipercaya adalah uji organoleptis, sebab kegagalan yang terjadi dan faktor-faktor penyebabnya dapat diketahui. Hanya, sebagai pembatas dalam uji organoleptik adalah kemampuan panelis dalam mencium, merasakan dan melihat, serta jumlah sample yang dapat diujinya.

Kualitas Komposisi

Pengujian yang dapat dilakukan untuk menentukan kemungkinan terjadinya pemalsuan pada susu adalah :

- a. Berat jenis susu (specific gravity)
- b. Angka refraksi (refractive index)
- c. Titik beku (freezing point)

Berat jenis atau berat relative susu tergantung pada jumlah bahan kering dan akan bervariasi berdasarkan spesies ternak (demikian halnya di dalam spesies yang sama), yang juga dipengaruhi oleh lingkungan. Ternak tertentu cenderung memproduksi susu dengan jumlah bahan kering yang lebih rendah (khususnya pada kadar lemak yang lebih rendah) di lingkungan tropik bahkan pada kondisi ransom yang seimbang, Penelitian dapat dilakukan pertama untuk menentukan nilai rata-rata sebelum menetapkan standar minimal untuk jumlah bahan kering atau bahan kering tanpa lemak di suatu negara bahkan suatu daerah.

Angka refraksi dapat mengukur kandungan bahan kering tanpa lemak dari susu dengan menggunakan Lactometer Bertuzzi, di mana hasilnya dapat diperoleh tanpa harus memisahkan lemak terlebih dahulu. Hasil dari pengujian ini sama pentingnya dengan berat jenis susu.

Titik beku merupakan salah satu faktor yang paling konstan di dalam susu, di mana beberapa penyimpangan dari normal merupakan petunjuk yang jelas bahwa susu tersebut sudah dipalsukan.

PENGUKURAN PADA SUSU

Susu dapat diukur berdasarkan volume atau berat; dulu pengukuran ini lebih murah dan lebih praktis dilakukan untuk jumlah kecil, dan sekarang pengukuran seperti itu lebih pasti dan lebih praktis untuk jumlah yang lebih besar terlebih untuk industri modern. Tetapi dengan menggunakan tangki

pengantar susu untuk penerimaan susu yang menggunakan ukuran "milk meter", pengukuran volumetric sebagai berikut ini sudah digunakan secara meluas, yaitu:

- a. Pengukuran dengan cup pada penerimaan susu skala kecil dengan ukuran volumetric (digunakan di India)
- b. Platform skala pada penerimaan susu skala medium dengan satuan berat dan isi.
- c. Menimbang tempat susu (can) pada penerimaan susu skala lebih besar sampai 10.000 liter per jam ditimbang berat bersih.
- d. Milk meter untuk mengukur susu dari tangki pendingin di peternakan atau dari tangki pengantar susu di perusahaan susu, yang kapasitasnya ditandai oleh flowmeter di mana volumetrik dikonversikan pada faktor 1.02 bukan 1.03 jika susu mengandung udara.
- e. Platform skala untuk truk untuk mengukur isi tanker yang digunakan untuk transportasi internal dengan jumlah besar (sampai 50.000 liter) di tempat pengumpul susu dengan menimbang berat tanker dan isinya.

Perlu diperhatikan pengukuran tersebut di atas, yaitu terdapat perbedaan sistem dalam pelaksanaannya khususnya penggunaan flowmeter. Masalahnya adalah masuknya udara walaupun sudah menggunakan pemisah udara (air separator), sehingga perlu dikonversikan ke 1.02 walaupun berat jenis susu sekitar 1.03.

PENGAMBILAN SAMPEL

Sampel yang diambil harus sesuai dengan Panduan Laboratorium, namun perlu diperhatikan dengan rancangan dan konstruksi dari perlengkapan penerimaan susu (tempat penampungan, penimbangan tempat susu dan pengambilam sampel secara otomatis), faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- Pengambilan sampel selalu dilakukan secara bersamaan dengan mengukur jumlahnya lalu diaduk jika diperlukan. Tempat penampungan dan tempat penerimaan susu sebaiknya dirancang dengan alat pengaduk yang berkerja sejalan dengan susu selama masuk ke tempat penampungan, sehingga pengambilan sampel dapat dilakukan dengan cepat.
- ➤ Pengadukan yang dicapai dengan konstruksi perlengkapan di atas dengan bagian depan yang miring, sehingga sampel akan teraduk selama masuk ke tempat penampungan.
- Untuk alat pengambilan sampel secara otomatis, pengadukan dilakukan oleh pompa susu dan cukup untuk pengujian kimia dan fisik.
- Prinsip dari alat pengambilan sampel secara otomatis adalah proporsi susu yang mengalir mengikuti sepanjang tempat lalu susu ke tempat susu, yang kemudian kosong, maka sisa susu yang tertinggal dari satu sampel akan sangat mempengaruhi sampel berikutnya saat akan dilakukan uji bakteri di mana variasi jumlah bakteri lebih besar dibanding variasi dari kadar lemak.

PERLENGKAPAN PENERIMAAN SUSU

Bangunan untuk susu biasanya dilengkapi dengan tempat penerimaan atau tangki penampungan atau keduanya.

- 1. Tempat penerimaan yang terdiri dari:
 - a. Can conveyor (skala besar)
 - b. Can tipping device (skala besar)
 - c. Weighing can (skala besar)
 - d. Dumping vat (skala medium)
 - e. Receiving tank (skala besar)
 - f. Milk saver untuk menampung tetesan susu dari tempat susu pada saat :

- melewati bagian bawah ikatan conveyor antara tempat penimbangan dan tempat pencucian.
- suatu dulang bulat pada tempat susu yang tetap berputar untuk peiode waktu yang cukup untuk mengeringkan sisa-sisa susu.

g. Can washer:

- lurus berhubungan langsung skala besar dengan sistem can conveyor
- sirkuler skala medium mudah dan aman dioperasikan.

2. Tangki Penampungan

Gambar 6.1. menunjukkan ilustrasi tangki penampung di tempat penerimaan susu di mana susu mengalir dengan gerakan dari tangki ke bagian dasar untuk mencegah berhubungan dengan udara. Susu lalu dipompa melalui alat pengambilan sampel otomatis dan melalui peisah udara, untuk membuang sisa udara sebelum melalui milk meter untuk diukur, lalu masuk langsung ke tanki penyimpanan atau ke plat pendingin pertama.

Alat tambahan pada perlengkapan ruang penerimaan susu:

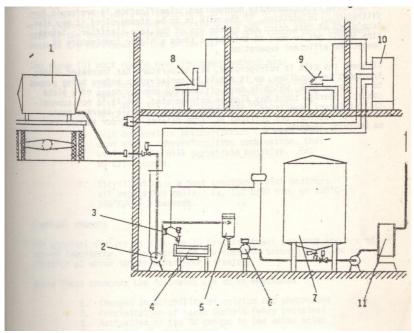
- a. Penyaring (clarifier/separator)
- b. Plat pendingin (plate cooler)
- c. Tangki penyimpan (storage tank)

Susu disaring dalam hal ini untuk membuang kotoran-kotoran dan dibersihkan juga dari leukosit, yang dapat menyebabkan timbulnya endapan jika susu dihomogenisasi, penyaringan lebih baik dengan cara filtrasi. Setelah itu jika susu akan distandardisasi dapat juga dilakukan pada tempat yang sama dengan menggunakan penyaring yang sama. Tetapi pemisahan tidak dapat dilakukan pada poin ini karena untuk pemisahan yang efisien diperlukan temperatur yang lebih tinggi.

Walaupun susu sudah didinginkan, temperaturnya meningkat selama penanganan dan transportasi, jadi perlu didinginkan lagi sebelum dipompa ke tangki penyimpanan, di mana yang paling effisien dilakukan dengan menggunakan plat pendingin. Tangki penyimpanan bisa juga bertindak sebagai pendingin, tetapi tidak ekonomis untuk kapasitas yang lebih besar. Tank silo, yang merupakan tanki penyimpanan susu yang dipasang di bagian luar, digunakan di perusahaan susu yang besar untuk memangkas biaya bangunan.

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Ceriterakan matarantai perjalanan susu dari peternak sampai di Insudtri Pengolahan Susu (IPS)!
- 2. Mengapa IPS melakukan serangkaian pengujian pada susu sebelum diterima? Jelaskan!
- 3. Jelaskan aktivitas yang sering dilakukan di tempat penerimaan susu di IPS.
- 4. Jelaskan programpengujian pada susu yang sering dilakukan pada umumnya.
- 5. Bagaimana cara pengambilan sampel pada susu yang akan dilakukan pengujian?



Gambar. 6.1. Skema Ilustrasi Pengukuran Susu Secara Otomatis

- 1. Milk Transport Tank
- 2. Milk Pump
- 3. Sampling
- 4. Simple table
- 5. Air separador
- 6. Milk Meter

- 7. Buffer Tank
- 8. Operating panel
- 9. Telerecorder
- 10. Control panel
- 11. Milk cooler

.

PASTEURISASI

Pengantar

Bagian ini menguraikan tentang pasteurisasi pada susu serta metoda-metoda pasteurisasi yang sering digunakan. Di bagian ini diuraikan pula hubungan penggunaan waktu dan temperatur terhadap susu.

Sub Bab

PENDAHULUAB BATCH PASTEURIZATION PASTEURISASI DALAM BOTOL HTST/PLATE HEAT EXCHANGER

> Kontruksi Plate Heat Exchanger Regenerasi

Heating Section

Aliran Pada Heat Exchanger

Kelebihan dan Kekurangan Plate Heat Exchanger KOMBINASI ANTARA WAKTU DAN TEMPERATUR

VII PASTEURISASI

PENDAHULUAN

Pasteurisasi merupakan salah satu proses pemanasan dalam industri pangan termasuk industri susu. Pemanasan dalam industri pangan sering dilakukan dengan maksud sekaligus juga untuk pengawetan yang bertujuan menjaga makanan terhadap pengaruh kimia, fisika dan mikrobiologis yang tidak dikehendaki. Pengawetan di negeri tropis, merupakan hal penting karena temperatur dan kelembaban udara yang tinggi memudahkan perkembangan mikroorganisme terutama mikroorganisme mesophilic yang hidup pada temperatur 25 – 40°C, untuk cepat berkembang biak. Jadi dalam pengawetan bahan pangan tidak lain untuk menjaga dari pengaruh mikrobiologis, di mana langkah awal yang perlu dilakukan adalah:

- Mengurangi jumlah awal mikroorganisme
- Mencegah kontaminasi
- ➤ Mencegah pertumbuhan mikroorganisme

Prinsip dari pemanasan adalah sel-sel vegetative mikroorganisme akan mati pada temperatur tinggi, tetapi spora bakteri akan resisten terhadap panas, sehingga diperlukan waktu dan panas yang tinggi. Pada bakteri dalam phase adaptasi , resistensinya terhadap panas kurang sehingga dengan panas yang tidak terlalu tinggi bakteri mati, tetapi pada phase pertumbuhan resistensinya meningkat sehingga diperlukan panas dengan temperatur yang lebih tinggi untuk mematikan bakteri. Adapun mekanisme dari pemanasan adalah terjadinya koagulasi dari protein sel bakteri dan inaktivasi enzim yang dikandungnya.

Pasteurisasi merupakan proses pemanasan bahan makanan pada temperatur dan waktu tertentu, yang diperlukan untuk membunuh sebagian besar mikroorganisme pathogen sampai 99% dan tidak menimbulkan perubahan baik pada komposisi, flavour maupun nilai nutrisi bahan makanan tersebut. Pemanasan dengan cara pasteurisasi umumnya dilakukan di industri pangan baik itu dari produk yang berasal dari buah-buahan, sayuran maupun hasil ternak seperti susu. Temperatur yang digunakan pada pasteurisasi itu biasanya dikombinasikan dengan waktu. Berdasarkan temperatur dan waktu yang digunakan ada dua metoda pasteurisasi, yaitu:

- 1. Batch Pasteurization atau disebut juga dengan LTLT (Low Temperature Long Time), dengan temperatur yang digunakan 145 150°F (63 65°C) selama 30 menit. Metoda ini bertujuan untuk menonaktifkan enzim phosphatase.
- 2. HTST (Hight Temperature Short Time), metode ini menggunakan temperatur sekitar 161°F (72-75°C) selama 15 detik. Metoda ini bertujuan untuk menonaktifkan enzim peroksidase.

BATCH PASTEURIZATION

Batch Pasteurization digunakan jika produk yang akan dipasteurisasi volumenya terlalu kecil, di mana jika menggunakan HTST dengan volume tersebut tidak ekonomis. Umumnya batch pasteurization lebih cocok digunakan untuk tempat pengolahan yang tidak sanggup mengolah minimal 1000 kilo susu per jam yang biasa dilakukan dengan HTST minimal 3 jam. Di bawah level tersebut tidaklah ekonomis jika dilakukan dengan HTST. Pasteurisasi dengan metoda ini susu dipanaskan sedikit di atas 63°C yang berlangsung selama 30 menit. Alat ini bentuknya bisa selinder, segi empat atau rectangular. Adapun bentuknya alat ini dilapisi oleh "jacket" yang berguna uintuk mengurangi panas yang hilang, seperti

tampak pada Gambar 7.1. Alat ini biasanya dilengkapi dengan .

- Pemanasan (Heating)
- Pengadukan (Agitation)
- Kontrol

Pemanasan (Heating)

Batch Pasteurizer tipe kuno dilengkapi jacket bagian luarnya yang sudah berisi air yang diaduk selama proses pemanasan, untuk menghantarkan panas lewat uap panas melalui satu atau lebih jet pemanas (heating jets). Tetapi pada Batch Pasteurizer yang lebih modern jacket relative sudah mengandung sedikit air yang disirkulasikan oleh pompa sentrifugal, dengan menyemprotkannya ke sekeliling dinding bagian atas alat tersebut . Air panas yang disemprotkan ke dinding tersebut membentuk film dan mengalir dengan cepat ke bagian dasar yang kemudian disirkulasikan kembali oleh pompa. Air pemanas dipertahankan pada temperatur yang diinginkan dengan menambah uap panas melalui jets yang sudah dipasang pada pompa sirkulasi. Perpindahan panas yang cepat diperoleh dari film yang terbentuk.

Pengadukan (Agitation)

Di samping lapisan dari Batch Pasteurizer, keseragaman pemanasan pada susu juga tergantung pada pengadukan. Melalui film dari air pemanas yang bersentuhan dengan lapisan bagian luar, proses pemanasan akan meningkat dengan pengadukan film susu yang terbentuk di bagian permukaan. Ukuran pengaduk ini bervariasi, diantaranya yang mempunyai kecepatan lambat dengan diameter balingbaling yang besar, sedangkan yang kecepatanya lebih tinggi memiliki baling-baling yang diameternya kecil dengan tongkat yang bias bergerak. Pengadukan ini dipertahankan agar panas menyebar merata sehingga dapat mencegah

terbentuknya gumpalan lemak dan juga untuk menjaga temperatur agar tetap sama.

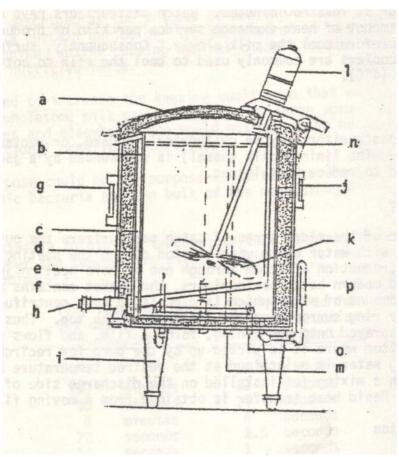
Pengaduk yang diameternya besar kadang-kadang digerakkan oleh 2 spedometer, yang memberikan pilihan pada opreator, yaitu pengadukan dengan kecepatan lebih tinggi agar pemanasan berlangsung cepat, dan pengadukan dengan kecepatan lebih rendah sehingga waktu pemanasan lebih lambat. Jika dilengkapi dengan plat untuk menghentikan gerakan rotari yang dihasilkan oleh baling-baling, pengadukan akan lebih kuat dan lebih disukai untuk pemanasan atau pendinginan produk yang lebih padat seperti mencampur es krim.

Kontrol

Alat kontrol otomatis dapat mengatur temperatur air dan sirkulasinya, di mana temperatur susu yang sedang dipasteurisasi tidak turun di bawah 63°C selama proses berlangsung selama 30 menit..

Keuntungan penggunaan Batch Pasteurizer adalah:

- Biaya operasinya murah
- Cocok untuk volume dengan jumlah kecil antara 100 3000 kg
- Cocok untuk produk-produk yang berbeda
- Mudah dioperasikan dan mudah dikontrol
- Penambahan rasa mudah dilakukan



Gambar 7.1. Alat Batch Pasteurizer

- a. Penutup
- b. Dinding tank sebelah dalam
- c. Ruang kosong
- d. Dinding tank sebelah luar
- e. Penyekat
- f. Pelindung dari stainless stell
- g. Termometer
- h. Katup untuk produk

- i. Penopang tank
- j. Termometer
- k. pengaduk
- 1. Rotor
- m. pipa air
- n. Pipa penyalur air
- o. Tempat masuk uap
- p. Penutup air

PASTEURISASI DALAM BOTOL

Prosedur dari metode ini adalah susu diisi ke dalam botol dan dipanaskan pada temperatur pasteurisasi untuk selama 30 menit, lalu didinginkan secara bertahap dengan menggunakan air atau udara dingin. Sistem ini mempunyai kelebihan yaitu produk tidak akan terkontaminasi ulang (rekontaminasi), sejak susu dipasteurisasi setelah diisi ke dalam botol.

HTST/PLATE HEAT EXCHANGER

HTST atau High Temperature Short Time merupakan proses yang berkelanjutan yang terjadi di dalam alat Plate Heat Exchanger (PHE), di mana susu dengan cepat dipanaskan sampai temperatur tidak kurang dari 72°C dalam waktu tidak kurang dari 15 detik, dan secepatnya didinginkan pada temperatur tertentu tergantung pada besarnya temperature di bagian regenerative dan bagian pendinginan.

Konstruksi Plate Heat Exchanger

- a. Terminal head (Pangkal tombol)
- b. Plates:
 - 1. flow plates (plat arus)
 - 2. intermediate plates (plat penyekat)
 - 3. holder plates (plat penyimpanan)
 - 4. end plates (plat ujung)
- c. Moveable cover (penutup yang dapat digerakkan)
- d. Closing spindle (kumparan penutup)

Alat Plate Heat Exchanger ini digunakan untuk pasteurisasi HTST khususnya untuk pemanasan dengan temperatur di bawah titik didih susu. Plate heat exchanger ini kompak, sederhana, mudah dibersihkan dan mudah dikontrol. Terdapat beberapa plat penyokong yang menekan di antara plat penyekat di setiap bagian pemanas dan

pendingin. Panas bergerak dari media panas ke media dingin melalui plat stainless steel. Plat tersusun dari 8 – 18 stainless steel, yang merupakan logam khusus dan tahan terhadap pencucian kimia. Unit plat-plat tersebut biasanya ditutup oleh kumparan yang bisa dibuka dengan cepat saat dikontrol. Jika kapasitas produksi akan ditingkatkan, maka tinggal menambahkan lagi plat dan memasangnya ke rangkaian alat PHE tersebut.

Holder Cells. Holder cells ini berfungsi menyimpan produk untuk beberapa lama. Waktu yang diperlukan tergantung pada laju aliran dari pompa. Ada 3 tipe holder :

- 1. Holder cells (sel penyimpan permukaannya berselang-seling)
- 2. Holder plates (plat penyimpanan dilengkapi tombol)
- 3. Holder tubes (tabung penyimapanan ada yang panjang dengan diameter kecil atau yang relative pendek dengan diameter lebih besar).

Waktu penyimpanan dapat ditingkatkan dengan menambahkan, sel, plat atau tabung.

Intermediate Plate. Plat penyekat terbuat dari stainless steel yang dilengkapi dengan bingkai dan di bagian sudutnya terdapat balok yang dapat ditukar. Balok tersebut saling menyambung di antara bagian pada setiap sisi plat penyekat atau berfungsi sebagai titik penghubung pada sistem pipa.

End Plate. Plat bagian ujung berfungsi sebagai plat terakhir sebelum pangkal tombol dan penutup penggerak, dan cairan berada hanya pada satu sisi.

Pada alat Plate Heat Exchanger terdiri dari empat bagian, yaitu:

- Regenerative section (Regenerasi)
- Heating section (Pemanasan)
- Cooling section (Pendinginan)
- Holding section (Penyimpanan)

Regenerasi

Panas yang digunakan kembali dikenal dengan "panas regenerasi" pada produk dingin yang masuk dan secara tidak langsung dipanaskan oleh panas dari produk yang akan keluar. Dalam hal ini produk yang masuk memerlukan sedikit panas untuk meningkatkan temperaturnya, dan produk yang akan keluar memerlukan hanya sedikit pendingin untuk menunrunkan temperaturnya. Regenerasi penting dalam pasteurisasi karena energi yang digerakkan sekaligus digunakan untuk proses pemanasan dan pendinginan. Plate heat exchanger biasanya memiliki lebih dari satu bagian regenerasi, sehingga memungkinkan untuk mengalihkan susu yang akan dihomogenisasi dan dipisahkan dari kotoran-kotoran pada temperatur yang dikehendaki.

"Regenerative effect" didefinisikan sebagai persentase dari jumlah panas yang diregenerasikan. Bagaimana fungsi dari bagian regenerasi di dalam alat PHE ini akan tampak jelas dengan melihat skema pada Gambar 7.2, dengan perhitungan sebagai berikut: Jika diketahui:

- ➤ Temperatur susu yang akan dipasteurisasi : 5°C
- > Temperatur pasteurisasi yang diinginkan : 75°C
- ➤ Regenerative effect : 80%

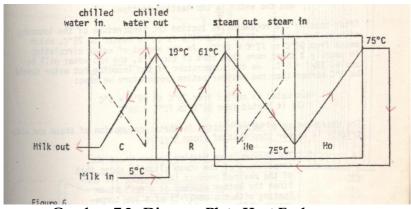
Lalu hitunglah berapa:

- temperatur susu saat masuk ke heating section
- pemanasan yang diperlukan di heating section
- temperatur susu yang ke luar setelah melewati regenerative

Pembahasan:

- panas yang diperlukan : 75° C 5° C = 70° C
- regenerative effect (80%) = $80/100 \times 70^{\circ}$ C = 56° C
- temperatur susu saat masuk ke heating section = 5° C + 56° C= 61° C
- panas yang diperlukan di heating section = 75°C 61°C = 14°C

• temperature susu yang ke luar setelah melewati heating section: 75°C - 56°C = 19°C atau 5°C + 14°C = 19°C



Gambar. 7.2. Diagram Plate Heat Exchanger

C : Cooling section He: Heating section

R: Regenerative section Ho: Holding section

Bagian Pemanasan/Heating section

Pemanasan yang berlangsung di dalam alat Plate Heating Exchanger ini bisa diperoleh dari berbagai sumber panas antara lain:

- 1. steam heating (pemanasan dengan uap)
- 2. water heating (pemanasan dengan air)
- 3. vacuum steam heating (pemanasan uap kondisi vakum)
- 1. Steam heating: jarang dilakukan karena perbedaan temperatur antara uap dengan susu cukup besar, sehingga dapat menyebabkan adanya deposit susu pada plat. Ini berarti operasioanl Plate Heat Exchanger ini lebih singkat

sebelum dibersihkan dan kurang efisien dalam pemindahan panas melalui plat-plat, tetapi metode ini paling ekonomis dalam penggunaan uap panas yang dipakai.

2. Water heating: pemanasan dengan menggunakan air yang dipanaskan ini lebih baik karena perbedaan temperatur antara susu dengan air kecil/sedikit. Pada pemanasan dengan metode ini hubungan antara temperatur susu dengan air di bagian heating section cukup ideal.

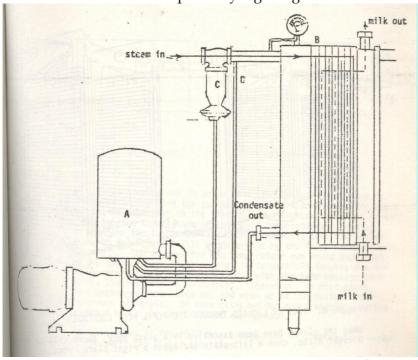
Setelah melewati regeneration section temperatur susu yang masuk misalnya 54°C. Susu akan dipanaskan sampai 72°C, yang berarti panas yang diperlukan dari 54°C sampai 72°C = 18°C. Jumlah air yang disirkulasikan biasanya 3 kali lipat dari susu, berarti air panas yang akan didinginkan 18/3 = 6°C. Temperatur dari air panas yang masuk 3°C lebih panas dibanding temperatur pasteurisasi, berarti :

Air panas yang didinginkan dari 75°C sampai 69°C = 6°C Susu yang dipanaskan dari 54°C sampai 72° = 18°C Kelemahan dari water heating ini adalah pemakaian uap panas dan sumber listrik yang lebih banyak dibandingkan yang digunakan pada heating section.

3. Vacuum Steam Heating System menjaga temperatur uap sedikit di atas temperatur produk yang diinginkan. Metoda ini lebih ekonomis karena perbedaan temperatur dengan steam heating cukup rendah

Rangkaian alat dengan metode ini sebagai berikut (lihat Gambar 7.3): pompa vakum (A) dihubungkan dengan uap di bagian heating section yang dirancang dengan suasana vakum di dalam heating section (B). Uap masuk ke heating

section melalui katup uap yang dioperasikan secara vakum (C) dan disebarkan ke bagian vakum yang berhubungan. Pada saat yang sama, temperatur uap lebih rendah dibanding temperatur yang diinginkan. Alat penutup (D) berguna untuk mencegah uap yang disebarkan tidak menjadi kering. Suatu hal yang sangat penting adalah persediaan air untuk diuapkan pada alat D harus mencukupi, jika tidak maka suasana vakum tidak mampu untuk menurunkan temperatur yang diinginkan.



Gambar 7.3. Sistem Pemanasan Uap Secara Vakum (The Vacuum Steam Heating System)

Aliran Pada Plate Heat Exchanger

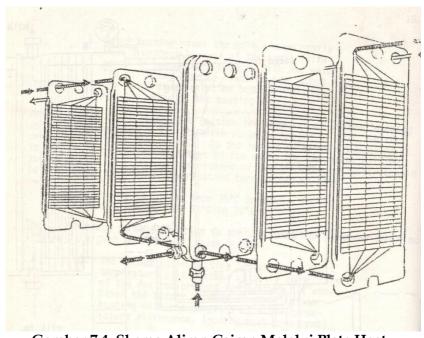
Pada prinsipnya semua plat di dalam PHE sama, putaran dari setiap 180 derajat di antara plat-plat disebut plat kiri dan plat kanan. Ketebalan plat antara 0.8 – 1.25 mm sesuai dengan keperluan. Plat tersebut dalam operasinya di bawah tekanan yang tinggi sehingga bentuknya zig-zag bergelombang. Plat-plat memiliki lubang di ke empat sudutnya, tergantung bagaimana memasang plat tersebut di dalam PHE.

Jika plat dipasang dalam satu rangkaian, maka akan ada plat kanan pertama, lalu plat kiri dan kemudian plat kanan lagi, dan seterusnya. Bentuk plat yang zig-zag bergelombang dalam operasinya jadi saling mendukung. Aliran yang melalui dua plat akan tetap menempati bagian yang bersebrangan pada area yang konstan, sehingga terbentuk turbulensi yang tetap yang menyebabkan partikel baru di dalam cairan bersentuhan dengan panas yang disebarkan di permukaan, dan panas yang dipakai seragam. Plat dipasang dalam suatu bagan di mana dua cairan yang dipanaskan atau didinginkan, akan selalu dipisahkan oleh plat (lihat Gambar 7.4)

Kelebihan dan Kekurangan Plate Heat Exchanger

Kelebihan dari penggunaan sistim PHE adalah:

- a. Bisa memproses susu dalam jumlah besar dan dapat mempertahankan kualitasnya saat masuk maupun setelah proses selesai
- b. Metode ini ekonomis dalam operasinya karena prinsip kerja dari regenerative
- c. Sistim ini menghasilkan susu dengan rasa yang tidak terlalu masak dibanding pada batch pasteurisasi
- d. Peralatannya memerlukan ruang yang kecil
- e. Memungkinkan untuk meningkatkan kapasitasnya dengan menambahkan plat
- f. Sistem ini baik untuk dipadukan dalam satu unit yang meliputi proses: separation; clarification; standarization; pre-heating; homogenizing dan cooling
- g. Memudahkan dalam pencucian CIP (Cleaning In Plate)



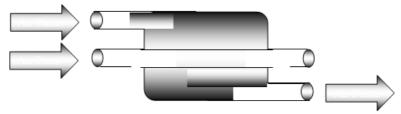
Gambar 7.4. Skema Aliran Cairan Melalui Plate Heat Exchanger

Kekurangan dari penggunaan sistem PHE adalah:

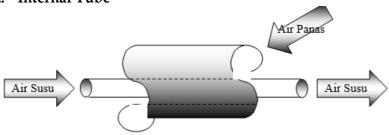
- □ Kurang cocok dan tidak ekonomis jika susu yang mau dipasteurisasi jumlahnya tidak banyak.
- ☐ Memerlukan alat kontrol yang mahal untuk mendapatkan produk yang aman
- Penambahan rasa dan lain-lain tidak memungkinkan
- ☐ Investasi untuk peralatan ini cukup besar Metode pemanasan pendahuluan pada pasteurisasi pada umumnya ada beberapa macam yaitu:
 - o Box Tube
 - Internal Tube
 - Plate Methode
 - o Shell and Tube Methode

Untuk lebih jelas lagi metode pemanasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.5 berikut ini :

1. Box Tube

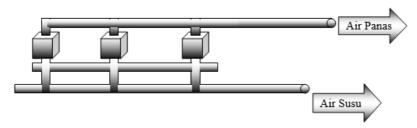


2. Internal Tube



Air panas dan air susu searah jalann

3. Plate Methode



4. Shell And Tube



Gambar 7.5. Metode Pemanasan Pendahuluan Pada Pasteurisasi

Adapun prinsip pemindahan panas pada pasteurisasi adalah secara:

- Konveksi (langsung) : pemindahan panas terjadi pada satu materi, di mana media panas dicampur dengan produk untuk dipanaskan.
- Konduksi (tidak langsung) : pada cara ini biasanya suatu sekat ditempatkan di antara produk dan media pemanas/pendingin, sehingga pemindahan panas terjadi dari media ke sekat dan diteruskan ke produk

Menjaga Kualitas

Untuk menjaga kualitas susu yang sudah diipasteurisasi agar tetap baik tergantung pada :

- a. efek pemanasan
- b. rekontaminasi
- c. temperatur penyimpanan

Efek dari pemanasan : efek pemanasan tergantung pada jumlah bakteri yang masih dapat hidup pada temperatur pasteurisasi (72°C/15 detik), di antaranya :

- Streptococci (enterococci)
- Micrococci spesies tertentu

- Lactobacilli spesies tertentu
- Bakteri spora : Bacillus, Clostridium

Rekontaminasi: bakteri yang sering ditemukan dalam rekontaminasi susu adalah:

- Coli
- Streptococci
- Leuconostoc
- Pseudomonas

Temperatur penyimpanan: Tingkat perkembangan bakteritergantung pada temperatur bakteri tersebut di atas penyimpanan susu setelah pasteurisasi. Pada temperatur 0 -5º C perkembangan bakteri psycrophilic rendah. Bakteri yang tahan hidup pada susu pasteurisasi dan berkembang dengan golongan proteolitik dan baik adalah lipolitik, menyebabkan susu menjadi pahit. Pada temperatur penyimpanan yang lebih tinggi dari 15 - 25°C pertrumbuhan bakteri didominasi oleh bakteri pembentuk asam laktat yang menyebabkan susu menjadi rusak dan rasanya asam.

Pada susu pasteurisasi untuk mengetahui kualitasnya dilakukan berbagai uji laboratorium lagi yaitu :

- Uji phosphatase (phosphatase test)
- Uji reduksi (Methylene blue)
- Uji Coliform (Coliform test)
- Uji koloni bakteri (Colony Count test)
- Uji keasaman (Acidity development test)

Jumlah bakteri pada susu yang sudah dipasteurisasi menurut U.S Public Health Service adalah seperti tampak pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1. Jumlah Bakteri Pada Susu Yang Sudah Dipasteurisasi Menurut U.S. Public Health Service.

Grade Susu	Jumlah Bakteri Sebelum Pasteurisasi	Jumlah Bakteri Setelah Pasteurisasi	
A	10.000 – 200.000/ml	< 30.000/ml	
В	200.000 - 1.000.000/ml	30.000 - 50.000/ml	
C	> 1.000.000/ml	> 50.000/ml	

KOMBINASI ANTARA WAKTU DAN TEMPERATUR

Kombinasi antara temperatur pemanasan dan lama waktu yang diperlukan adalah penting, karena hal ini menentukan intensitas panas yang diberikan.

- ➤ Bakteri coli, akan mati jika susu dipanaskan 70°C/1 detik, sedangkan pada temperatur 65°C diperlukan waktu 10 detik. Jadi kombinasi temperatur dan waktu pasteurisasi yang baik untuk bakteri coli adalah 70°C/1 detik atau 65°C/10 detik.
- ➤ Bakteri bacil TBC (Tubercole bacilli) lebih tahan dari pada bakteri coli. Kombinasi temperatur dan waktu pasteurisasi yang baik untuk bacil TBC adalah 70°C/20 detik atau 65°C/ 2 menit.
- ➤ Tubercule bacilli dan Coxiela, organisme yang dapat menyebabkan penyakit TBC pada orang, akan mati pada temperatur dengan kombinasi waktu : 62.8°C/ 30 detik atau pada 72°C/ 25 detik.

Kombinasi tingginya temperatur dengan lama waktu pasteurisasi juga akan berpengaruh terhadap penginaktifan (destruksi) dari enzim peroksidase maupun enzim phosphatase, seperti tampak pada Table 7.2

Thermization (Pre-Pasteurisasi)

Thermization disebut juga pasteurisasi singkat, yaitu proses pre-pasterurisasi yang dilakukan sementara menunggu susu diolah lebih lanjut sehubungan dengan kapasitas tempat penyimpanan susu (cooling unit) sudah maksimal, yang terjadi jika produksi susu melimpah. Adapun susu yang disimpan di cooling unit dengan sistem deep-chilling untuk beberapa jam./hari tidak mampu mencegah perubahan kualitas susu, oleh karena itu maka perusahaan sering melakukan pre-pasteurisasi (Thermization). Pada umumnya kombinasim temperature dan waktu yang digunakan untuk pre-pasteurisasi di perusahaan-perusahaan persusuan adalah pada 63 – 65°C/ 15 detik, lalu didinginkan secepatnya pada temperatur < 4°C. Tujuan dilakukannya thermization adalah:

- Mengurangi aktivitas mikroorganisme
- Mencegah pembentukan spora bakteri aerobic.

Tabel 7.2. Kombinasi Tingginya Temperatur Dengan Lama Pasteurisasi Terhadap Penurunan Aktivitas Enzim Peroksidase dan Enzim Phosphatase

Temperature	Waktu yang diperlukan untuk mendestruksi 99%		Waktu yang diperlukan untuk mendestruksi 99,6%	
	enzim pe	eroxydase		nosphatase
63°C (145.4°F)		-	13.5	menit
70°C (158.0°F)	150.0	menit	32.0	detik
72°C (161.6°F)	30.0	menit	14.0	detik
74°C (165.2°F)	6.0	menit	6.0	detik
76°C (168.8°F)	72.0	detik	2.5	detik
78°C (172.4°F)	14.0	detik	2.0	detik
80°C (176.0°F)	2.5	detik	0.5	detik
90°C (194.4°F)	1.0	detik		-

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Apa yang dimaksud dengan pasteurisasi dan jelaskan pula tujuan dilakukannya proses pasteurisasi?
- 2. Sebutkan dan jelaskan metoda-metoda pasteurisasi!
- 3. Jelaskan bagaimana proses pasteurisasi dengan menggunakan alat Plate Heat Exchanger!
- 4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan "regeneration effect" pada pasteurisasi dengan alat PHE!
- 5. Jelaskan sumber-sumber panasyang sering digunakan pada pemanasan yang menggunakan alat PHE!
- 6. Sebutkan metoda-metoda pemanasan pendahuluan yang umum dilakukan pada proses pasteurisasi.
- 7. Bagaimana prinsip pemindahan panas pada pasteurisasi? Jelaskan!
- 8. Sebutkan dan jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas susu yang sudah dipasteurisasi!
- 9. Apa yang dimaksud dengan "thermization" dan mengapa perusahaan-perusahaan susu suka melakukannya?
- 10. Susu akan dipasteurisasi dengan metoda HTST dan menggunakan alat Plate Heat Exchanger. Jika diketahui temperatur susu mentah yang akan dipasteurisasi : 4°C Temperatur pasteurisasi yang diinginkan : 72°C Regenerative effec : 85%

Hitunglah berapa:

- Temperatur susu sat masuk di heating section
- Peningkatan panas yang diperlukan di heating section
- Temperatur susu yang keluar setelah melewati regenerative section

STERILISASI

Pengantar

Bagian ini menguraikan tentang sterilisasi pada susu serta sistem sterilisasi yang sering digunakan. Di bagian ini diuraikan pula bagaimana pengaruh sterilisasi terhadap aspek kimia dan bakteriologi pada susu.

Sub Bab

PENDAHULUAN ASPEK BAKTERIOLOGI ASPEK KIMIA SISTEM STERILISASI PADA SUSU

> In Bottle Sterilization/The Batch Process Tower Sterilizer UHT Plate heat Sterilizing Pemanasan Langsung Tank Aseptik

VIII STERILISASI

PENDAHULUAN

Susu dikatakan steril berarti bebas dari bakteri maupun bakteri spora secara teori Definisi dari sterilisasi yaitu: Proses pemanasan pada suhu tinggi dalam waktu singkat sehingga susu bebas dari pertumbuhan bakteri maupun bakteri spora. Definisi terakhir sterilisasi tidak berarti selalu bebas sempurna dari bakteri spora, karena bakteri spora ini seperti bacilli thermophillic masih ditemukan tetapi tidak berkembang di dalam susu.

Paling penting yang diharapkan dari susu mentah atalah stabilitasnya selama proses sterilisasi. Dari aspek kimia stabilitas protein susu adalah tidak terjadi penggumpalan saat menggunakan alkohol dengan konsentrasi 75% pada uji presipitasi alkohol (alcohol precipitation test). Pada aspek bakteriologik, tidak boleh ditemukan adanya bakteri spora yang hidup pada temperatur sterilisasi. Belum diketahui metoda yang dapat digunakan secara cepat untuk menentukan ada tidaknya bakteri . Tetapi spora yang tahan terhadap temperatur sterilisasi, sangat jarang ditemukan di dalam susu. Adapun aspek bakteriologik dan kimia pada susu yang disterilisasi akan dijelaskan berikut ini.

ASPEK BAKTERIOLOGIK

Susu mentah jika dipanaskan dengan suhu tinggi, spora bakteri tidak seluruhnya mati. Rusaknya spora memerlukan waktu, di mana waktu yang diperlukan berbeda untuk spesies yang berbeda maupun di dalam satu spesies. Pada umumnya pada pemanasan dengan temperatur tinggi dan konstan spora akan mati, di mana matinya spora berhubungan dengan logaritma jumlah spora yang tahan

hidup dan masih ada pada saat yang sama, yang mengikuti garis lurus sehingga disebut juga dengan "Thermal Destruction Curve" (Kurva Destruksi Thermal).

Sehubungan dengan proses sterilisasi, istilah "decimal reduction" dan "decimal destruction time" sering digunakan. Indikasinya adalah : Pertama, jumlah spora yang direduksi sampai sepersepuluh dari jumlah awal. Kedua, waktu yang untuk mereduksi spora dalam diperlukan mengikuti kurva lurus antara waktu reduksi decimal yang besarnya sama untuk semua konsentrasi.Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari "Thermal Curve"menunjukkan bahwa jumlah awal spora besar pengaruhnya pada akhir proses pemanasan. Perlakuan panas dapat mengurangi jumlah spora awal dari 100.000 spora per liter sampai 1 spora per liter (reduksi 5 desimal) akan mengurangi jumlah awal spora dari 1000 per liter menjadi 1 spora per 100 liter (reduksi tetap 5 desimal). Istilah "sterilizing effect (pengaruh sterilisasi)" dalam hal ini menjelaskan jumlah reduksi desimal yang dipengaruhi oleh perlakuan panas.

Teori ini dapat digunakan untuk pengertian yang lebih baik dari proses sterilisasi komersil. Jika susu mengandung misalnya 10 spora per ml, dan manager perusahaan ingin melepas produknya hanya satu botol, perlakuan panas mempengaruhi reduksi 7 decimal (pengaruh sterilisasi = 7). Sterilisasi komersil merupakan istilah yang tidak dapat didefinisikan secara tepat, di mana intensitas panas yang diberikan tidak hanya tergantung pada konsentrasi jumlah spora awal tetapi juga pada konsentasi akhir yang dapat ditemukan pada tempat pengolahan susu di dalam produknya. Jumlah konsentrasi akhir ini sangat dipengaruhi oleh kondisi dari distribusi dan resiko yang dapat diterima oleh manager perusahaan.

ASPEK KIMIA

Temperatur yang lebih tinggi pada sterilisasi akan mempengaruhi perubahan warna dan rasa dari susu. Jika susu yang disterilisasi menghasilkan rasa gosong, ini disebabkan terbentuknya senyawa sulfur volatile. Lalu jika temperatur ditingkatkan lagi akan menghasilkan rasa yang khas (sterilization taste) yang disebabkan oleh reaksi antara gula dan protein (reaksi millard). Proses ini tidak hanya mempengaruhi rasa susu tetapi juga warnanya, yaitu menjadi kecoklatan (Brownish).

Phenomena yang cukup penting bahwa dengan meningkatnya temperatur maka tingkat destruksi spora meningkat juga sehingga berpengaruh terhadap rasa dan warna susu. Untuk setiap kenaikan temperatur 10°C maka tingkat reaksi browning meningkat sekitar 2.5 kali, sedangkan tingkat destruksi spora meningkat sekitar 10 kali. Pada Tabel 8.1 dapat dilihat perbedaan peningkatan temperatur tingkat browning dan tingkat destruksi spora.

Tabel 8.1. Pengaruh Peningkatan Temperatur Terhadap Tingkat Destruksi Spora dan Tingkat Reaksi Browning.

Temperatur pemanasan (°C)	Tingkat Destruksi Spora Relativ	Tingkat Reaksi Browning Relativ
100	1	1.0
110	10	2.5
120	100	6.2
130	1.000	15.6
140	10.000	39.0
150	100.000	97.5

Akan lebih jelas lagi jika mempelajari kombinasi jumlah dan temperatur yang digunakan pada Tabel 8.1, dengan pengaruh sterilisasi yang sama dan memperhitungkan

derajat browning relative yang disebabkan oleh perlakuan panas tersebut. Pada semua kombinasi waktu dengan temperatur menghasilkan pengaruh sterilisasi yang sama, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 8.2.

Tabel 8.2. Waktu Sterilisasi dan Pengaruhnya Terhadap

Derajat Browning

Temperatur pemanasan (°C)	Waktu	Derajat Browning Relativ
100	100.00 menit	100.000
110	60.00 menit	25.000
120	6.00 menit	6.250
130	36.00 detik	1.500
140	3.60 detik	390
150	0.36 detik	97

Temperatur yang terlalu tinggi, selain berpengaruh terhadap warna susu, juga akan menyebabkan denaturasi serum protein dimana susu menjadi lebih terang dan lebih putih (whiter)

SISTIM STERILISASI PADA SUSU

Beberapa metoda sterilisasi yang sering digunakan pada susu, antara lain :

- 1. In Bottle Sterilization Susu dimasukkan dalam botol lalu disterilisasi pada temperatur antara 105 – 120°C. Sterilisasi bisa dilakukan dalam alat autoclave (Batch) atau dalam tower sterilizer.
- 2. UHT (Ultra High Temperatur Short Time) Susu disterilisasi dalam aliran yang berkesinambungan pada temperatur sangat tinggi (130 – 150°C) dalam waktu sangat singkat (1 – 20 detik). Metoda ini dipakai pada

- produk yang sudah dikemas dalam container yang sudah disterilisasi.
- 3. Two Stage Process Sterilization (Sterilisasi Dua Tingkat)
 Pertama susu disterilisasi dengan cara UHT, lalu
 dimasukkan ke dalam botol untuk kemudian diberi
 perlakuan panas untuk membunuh spora yang mungkin
 masuk selama memasukkan susu kedalam botol.

In-Bottle Sterilization / The Batch Process

Jika susu akan diproses, langkah pertama dipanaskan sekitar 45°C di dalam plate heat exchanger. Susu lalu diklarifikasi, setelah itu susu kembali masuk ke plate heat exchanger untuk kemudian dipanaskan pada 75°C. Pada temperatur tersebut susu sekaligus dihomogenisasi. Ini merupakan bagian yang penting pada proses sterilisasi susu, sebab jika tidak maka lemak naik sampai di leher botol selama pemanasan dan penyimpanan dan terbentuk masa dari bahan padat dan semi padat yang tidak diinginkan.

Proses homogenisasi meningkatkan temperatur susu beberapa derajat. Susu melewati tanki saat menuju mesin pengisian. Susu diisi ke botol kaca atau cangkir bersih menggunakan pengisi vakum. Botol yang sudah diisi biasanya disimpan dulu di dalam krat (peti) sebelum dimasukkan ke dalam autoclave. Autoclave lalu dipanaskan dengan uap dengan tekanan sesuai dengan temperatur yang diperlukan (110 – 110°C selama 30 – 45 menit). Setelah waktu prosessing yang diinginkan tercapai maka uap akan dikeluarkan ke atmosphere, lalu autoclave dibuka, dan krat berisi botol-botol dipindahkan untuk kemudian didinginkan secara alami dengan menyemprotkan udara dari kipas angin.

Sterilisasi dengan metoda ini ada kelebihan dan kekurangannya, antara lain :

1. Ekonomis untuk susu yang jumlahnya sedikit

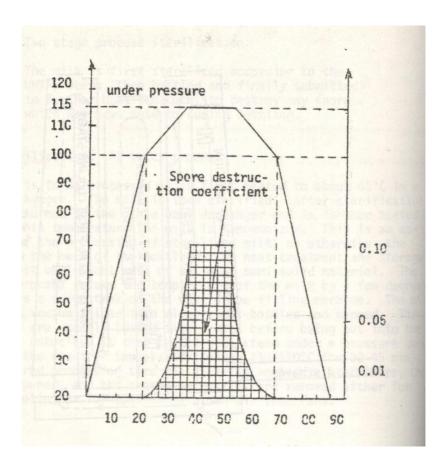
- 2. Pengaturan waktu dan temperatur sterilisai mudah dilakukan
- 3. Tidak terjadi rekontaminasi selama pengisian
- 4. Produk kurang seragam
- 5. Perkembangan rasa dan warna yang tidak diinginkan

Tower Sterilization

Prosedurnya sama dengan batch sterilization yang dilanjutkan sampai botol ditutup. Botol yang sudah diisi dan ditutup lalu oleh rangkaian conveyor di antar ke tower sterilizer yang teridiri dari 3 bagian. Tower yang tengah tempat beradanya tekanan uap di mana sterilisasi berlangsung. Tower pertama dan terakhir berisi air yang berfungsi sebagai penutup uap di mana tekanannya meningkat lebih dari satu atmospher.

Temperatur normal pada tower sekitar 115 – 120°C dengan ketinggian tower 10 meter. Botol tidak dapat menyesuaikan langsung begitu terjadi perubahan temperatur pendinginan dan pemanasan, oleh karena itu harus dilakukan bertahap seperti tampak pada Gambar 8.1.. Kerugian terbesar in-bottle sterilization adalah karena lebih lamanya waktu yang diperlukan dalam prosesnya, maka akan mempengaruhi warna, rasa. dan nilai nutrisi susu. Kelebihan dan kekurangan dari sterilisasi dengan metoda ini adalah :

- 1. Perlakuan sterilisasi seragam
- 2. Ekonomis dalam penggunaan uap, air dan listrik.
- 3. Memerlukan hanya sedikit tenaga kerja.
- 4. Memerlukan ryang yang luas dan akan digunakan 20 jam/hari.
- 5. Cocok untuk susu yang jumlahnya banyak
- 6. Terjadi perkembangan rasa yang tidak diinginkan jika dibanding dengan susu UHT.



Gambar 8.1. Pengaruh Temperatur dan Sterilisasi Terhadap Spora *Clostridium botulinum* Selama Sterilisasi Dalam Botol

 Temperatur
 Waktu untuk destruksi spora

Garis Absis: Waktu dalam menit

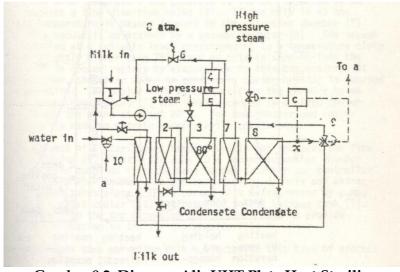
Garis ordinat kiri: Temperatur dalam °C

Garis ordinat kanan: Kecepatan destruksi spora Clostridium

botulinum

UHT Plate Heat Sterilizing (Pemanasan Tidak Langsung)

Sterilisasi susu berlangsung di dalam plate heat exchanger atau di dalam tabung sterilisasi yang prinsipnya tidak berbeda dari pasteurisasi HTST. Tetapi temperatur yang digunakan di atas 100°C yang menyebabkan tekanan di dalam alat sterilisasi di atas tekanan atmospher. Untuk itu pembuatan plate heat sterilizer harus lebih kuat dibanding plate heat pasteurizer dan dilengkapi dengan kasa pelindung sehingga aman saat digunakan. Rangkaian alat UHT Plate Heat Sterilizing dapat dilihat pada Gambar 8.2.



Gambar 8.2. Diagram Alir UHT Plate Heat Sterilizer

Susu dipompa dari tank timbangan (1) melalui heat exchanger regenerative bagian satu (2). Lalu masuk ke bagian selanjutnya (3) untuk dipanaskan oleh uap dengan tekanan rendah. Pada bagian ini susu dipanaskan dengan temperatur 75 – 80°C kemudian dihomogenisasi (4). Susu berada di tank penyimpanan selama 5 – 7 menit (5), dengan tujuan untuk

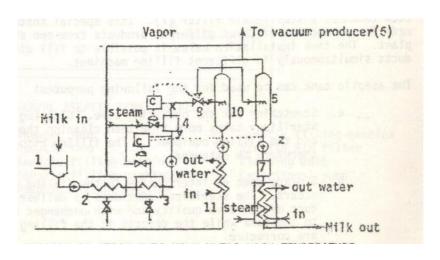
mengurangi terbentuknya deposit susu di permukaan pada pemanasan tahap berikutnya. Homogenizer memiliki penekan untuk dilewati susu dalam suatu unit. Terdapat sebuah pegas pada klep (6), terpasang pada sekitar 8 menghubungkan antara bagian pengeluaran dari homogenizer dan tank penimbangan untuk mencegah berkembangnya tekanan yang berlebihan di dalam plat-plat. Susu lalu masuk melewati regenerative bagian dua (7) dan langsung dipanaskan oleh uap (8) dengan tekanan tinggi pada 5 - 6 atm. Susu tinggal di bagian ini pada temperatur 135°C. Setelah disimpan sekitar 2 detik, susu mengalir melalui klep (9) yang dioperasikan oleh sistem kontrol yang berlangsung menerus ke regenerative bagian dua Regenerative bagian satu mempunyai saluran dengan klep yang dioperasikan oleh tangan agar temperatur susu yang keluar dapat dikontrol secara manual. Dari Plate Heat Sterilizer susu langsung masuk ke tank penyimpanan aseptik untuk melakukan pengisian.

Kelebihan dan kekurangan UHT Plate Heat Sterilizer adalah:

- 1. Produknya lebih baik dibanding in bottle sterilization dan sterilisasi dua tingkat.
- 2. Tidak memerlukan persyaratan tertentu untuk kualitas uap yang digunakan.
- 3. Efek regenerative lebih tinggi dibanding sistem pemanasan langsung.
- 4. Sulit untuk membersihkan deposit yang terbentuk.
- 5. Waktu operasionalnya lebih singkat dibanding pemanasan langsung.
- 6. Sering dilakukan pemanasan pendahuluan dan penyimpanan untuk membatasi terbentuknya deposit.
- 7. Memerlukan pengisian yang aseptik

Pemanasan Langsung (Uap ke dalam Susu)

Pada Gambar 8.3. tampak susu dipompa dari tank penimbangan (1) memalui dua pemanas pendahuluan. Dalm pemanas pendahuluan pertama (2) susu dipanaskan oleh uap air dari ruang vakum (5 atau 10) dengan temperatur sekitar 60°C. Dalam pemanas pendahuluan kedua (3) uap panas yang dikontrol secara otomatis digunakan untuk memanaskan susu sampai sekitar 75°C. Tekanan tinggi dipompakan sehingga mendorong susu melalui pusat injeksi uap (4) di mana uap panas diinjeksikan untuk meningkatkan temperatur secara langsung sampai 140°C. Susu berada pada temperatur tersebut selama 4 detik. Pada kontrol yang sama pada sistem C di dikontrol melalui temperatur uap vang susu mana diinjeksikan yang juga menggerakan klep (9). Jika susu pada temperatur yang sebenarnya dialirkan ke ruang ekspansi (5) di mana kondisi dipertahankan tetap vakum (6) yang dikontrol pada temperatur yang sesuai tetapi tidak lebih dari 75°C, dan susu disemburkan ke ruang di mana terjadi pendinginan secara cepat melalui evaporasi. Pada saat yang sama, air ditambahkan dalam bentuk kondensasi selama pemanasan dirubah oleh evaporasi. Susu yang sudah dingin dipindahkan dari ruang terakhir dengan cara pemompaan aseptik, lalu dihomogenisasi (7) dan akhirnya didinginkan di dalam plat pendingin (8) pada temperatur 20°C. Homogenizer dan alat pendinggin dibuat khusus pada kondisi steril.



Gambar 8.3. Diagram Alir dari Uap Panas-Masuk ke Susu-di dalam UHT Sterilizer

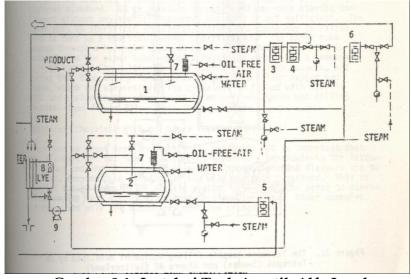
Jika temperatur sterilisasi susu yang diharapkan tidak tercapai, klep penggerak (9) akan memindahkan susu ke ruang ekspansi kedua (10), yang berasal sari alat vakum dan kontrol yang sama sepertihalnya pada ruang didepannya, sehingga pendinginan susu dan ektraksi air saling berganti pada saat yang sama. Susu yang sudah dipindahkan diekstraksi oleh pompa, lalu didinginkan dalam pendingin air (11) dan dikembalikan ke tank penimbangan (1). Uap air dari dua kamar ekspansi digunakan untuk pemanasan regenerative di dalam pemanas pendahuluan pertama (2).

Tank Aseptik

Tank aseptik diperlukan dan merupakan bagian integral dari sterilisasi UHT. Instalasi tank ini pengerjaannya cukup kompleks, untuk itu harus dijamin bahwa dalam pengoperasiannya dalam kondisi steril. Tuntutan untuk pembuatan tank aseptik sangat tinggi, di mana tnak harus tahan ditekan agar mampu melakukam sterilisasi oleh uap

panas dengan tekanan sekitar 2.7 kg/cm². Alat ini juga harus disesuaikan dengan penyaring udara aseptik, yang menjamin bahwa udara bebas minyak yang berasal dari kompresor sudah disterilisasi. Udara digunakan untuk mendorong susu keluar dari tank.

Klep dipasang di bagian untuk susu masuk dan keluar yang diatur sehingga keduanya selalu ditutup dengan penutup uap di antara produk steril yang menghambat atmospher yang tidak steril. Gambar 8.4. menunjukkan sistem tank aseptik Alfa-Laval dengan dua tank aseptik (1 dan 2 dipasangkan). Masing-masing tank secara terpisah dihubungkan dengan mesin pengisi aseptik (3, 4, 5 dan 6). Setiap tank memiliki penyaring udara steril (7) Alat ini dibuat khusus untuk memproduksi tiga produk berbeda dari satu Pembuatan rangkaian sterilisasi. instalasi tank ini memungkinkan untuk mengisi produk berbeda secara bersamaan dalam mesin pengisian yang berbeda.



Gambar 8.4. Instalasi Tank Aseptik Alfa-Laval

1 dan 2. Tank aseptik

8. Unit pembersihan

3 s/d 6. Mesin pengisian aseptik

9. Pompa sentrifugal

7. Penyaring udara steril

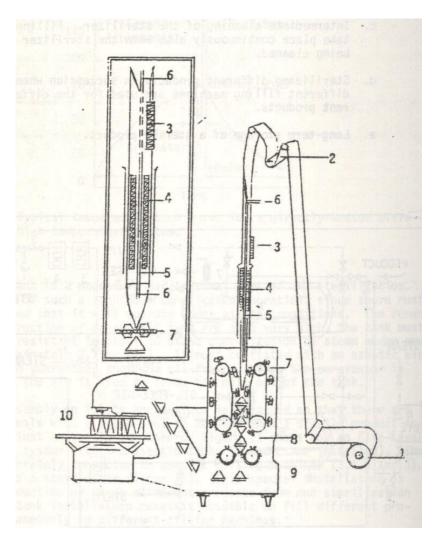
Tank aseptik dapat digunakan dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Waktu pengoperasiannya fleksibel. Membersihkan alat sterilisasi memerlukan waktu yang lebih lama dibanding membersihkan tank dan peralatan pengisian. Waktu yang diperlukan untuk pengisian bisa lebih lama lagi.
- b. Produk tersimpan jika terjadi gangguan pada bagian pengisian. Alat sterilisasi terus mengalirkan produksinya ke dalam tank dengan kualitas yang sama dan kapasitas yang tidak berubah saat kerusakan di dalam bagian pengisian sudah diperbaiki.
- c. Pengisian dapat terus dilakukan juga jika alat sterilisasi sedang dibersihkan.
- d. Produk sterilisasi yang dihasilkan berbeda jika mesin pengisian yang digunakan untuk produk yang berbeda pula.
- e. Penyimpanan produk dalam keadaan steril walau dalam waktu lama.

Pengisian aseptik. Agar produk tetap steril setiap melakukan sterilisasi harus dilengkapi dengan unit pengisian aseptik sehingga cairan steril akan masuk ke wadah terakhir tanpa resiko terkena kontaminasi kembali. Tetra Pak merupakan mesin pengisi aseptik yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut di atas.

Mesin pengisi Tetra Pak. Bahan utama untuk pengemas adalah polythlene, yang memiliki standar higienis sangat tinggi. Bahan ini dimungkinkan dapat mencapai 90% wadah steril dengan berbagai ukuran apapun, tetapi hal ini belum

cukup. Kertas pengemas yang digunakan harus disterilkan segera sebelum dilakukan pengisian ke dalam wadah. Sterilisasi dilakukan secara chemical-thermal. Tabung gulungan kertas masuk ke dalam bak berisi hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida direduksi jika kertas yabg masuk sudah melewati elemen pemanasan pada temperatur 400°C. Di dalam bak tersebut berlangsung selama lima detik, dan selama itu hidrogen peroksida diuraikan menjadi oksigen dan uap panas yang kemudian dievaporasikan. Wadah diisi dengan susu steril dan ditutup dengan cara yang sama dengan kerja dari mesin pengisian tetra pak. (lihat Gambar 8.5)



Gambar 8.5.Peralatan Pengisi Tetrapak Aseptik Yang Dikembangkan Oleh AB Tetrapak (Belgia) dan Alpura AG (Switzerland)

- Gulungan kertas laminating
- Bak hidrogen peroksida
- 3. Alat penutup panas
- Elemen pemanas untuk Reduksi hidrogen peroksida
- 5. Ruang susu yang sudah steril
- 6. Tempat masuk susu steril
- 7-8. Pembentukan dan penutupan Tetra Pak
- Pemisahan Tetra Pak dengan pemotongan
- 10. Pemasukan dalam peti

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Apa yang dimaksud dengan sterilisasi? Jelaskan!
- 2. Jelaskan yang dimaksud dengan decimal reduction time sehubungan dengan sterilisasi
- 3. Jelaskan metoda sterilisasi yang sering digunakan pada susu!
- 4. Apa yang anda ketahui mengenai Tower Sterilisasi? Jelaskan!
- 5. Penggunaan panas dalam sterilisasi pada susu ada yang dilakukan dengan cara pemanasan langsung dan pemanasan tidak langsung. Jelaskan jika ada persamaan maupun perbedaan dari kedua cara pemanasan tersebut.
- 6. Apa fungsi dari Tank Aseptik sehingga dirangkaikan dalam alat UHT Plate Heat Sterilizer? Jelaskan!
- 7. Selain Tank Aseptik, peralatan UHT Plate Heat Sterilizer juga dilengkapi dengan mesin pengisi Tetra Pak. Apa yang bisa anda jelaskan mengenai mesin tersebut? Jelaskan

PENGARUH PEMANASAN TERHADAP SIFAT-SIFAT SUSU

Pengantar

Bagian ini menguraikan pengaruh pemanasan terhadap sifatsifat susu seperti perubahan kimia, rasa dan terhadap pembentukan krim. Diuraikan pula pengaruh tingginya temperatur pemanasan terhadap hilangnya zat-zat makanan pada susu, serta perubahan kimia susu sterilisasi selama penyimpanan.

Sub Bab

PENDAHULUAN

PERUBAHAN-PERUBAHAN PADA SUSU

Perubahan Kimia

Rasa

Pembentukan Krim

HILANGNYA ZAT MAKANAN PADA SUSU STERILISASI

Sterilisasi Dalam botol

UHT Sterilisasi

Sterilisasi Dua Tingkat

PERUBAHAN SELAMA PENYIMPANAN

Perubahan Kimia Susu Sterilisasi

Hilangnya Zat Makanan

Kontrol Susu sterilisasi

IX

PENGARUH PEMANASAN TERHADAP SIFAT-SIFAT SUSU

PENDAHULUAN

Perlakuan panas pada susu dapat menyebabkan beberapa perubahan pada sifat-sifat susu yang ditentukan oleh kombinasi waktu dan temperatur yang digunakan. Untuk itu tidaklah mungkin untuk mengemukakan semua perubahan yang terjadi pada susu dengan penggunaan kombinasi temperatur dan waktu yang berbeda. Tetapi, beberapa perubahan yang disebabkan oleh metoda metoda perlakuan panas adalah seperti berikut:

Ada 3 metoda utama perlakuan panas yang umum digunakan pada susu, yaitu :

- 1. Pasteurisasi dengan temperatur rendah perlakuan panas yang digunakan adalah kombinasi temperatur/waktu yang bertujuan agar enzim phosphatase negatip. Misalnya: 72°C/15 detik atau 63°C/30 menit
- 2. Pasteurisasi dengan temperatur tinggi perlakuan panas yang digunakan adalah kombinasi temperatur/waktu yang berujuan agar enzim peroksidase negatip. Misalnya: 80°C/3 detik
- 3. Sterilisasi perlakuan panas yang digunakan bertujuan merusak semua sel-sel vegetativ dari mikroorganisme. Misalnya : 110°C/30 menit atau 130°C 140°C/

2 - 4 detik.

PERUBAHAN-PERUBAHAN PADA SUSU

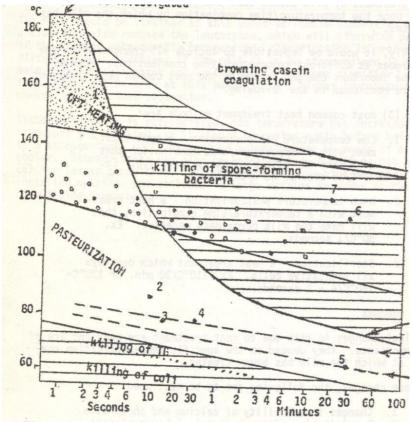
Perubahan Kimia

Perubahan kimia pada susu oleh karena perlakuan panas cukup banyak dan sangat penting. Perubahan yang terjadi tergantung pada kombinasi temperatur/waktu yang tertentu yang diperlakukan pada susu. Beberapa perubahan yang terjadi diantaranya:

- 1. Perubahan daya larut kalsium dan phosphat.
- 2. Terjadi presipitasi dari serum protein (protein whey).
- 3. Mengaktivkan kelompok SH di dalam asam amino.
- 4. Menurunkan ketegangan gumpalan yang terbentuk.
- 5. Perubahan keseimbangan ion-ion
- 6. Berkurang bahkan hilangnya CO₂

Rasa

Pengaruh perlakuan panas sangat penting dan memegang peranan pada rasa susu, bahkan dengan perlakuan panas yang rendah pun umumnya dapat menimbulkan perubahan rasa dari susu. Perubahan pada susu oleh karena perlakuan panas dapat dilihat pada Gambar 9.1.



Gambar 9.1. Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Karakteristik Susu

- 1. Pasteurisasi temperatur tinggi
- 2. Pasteurisasi temperatur sedang
- Proses HTST
- 4. Pasteurisasi waktu singkat
- 5. Proses penyimpanan
- 6. Pasteur 1860
- 7. Sterilisasi dalam botol

Di beberapa negara, konsumen sudah dapat merasakan adanya perubahan rasa pada susu, di mana jika terjadi rasa susu yang berbeda mereka menyebutnya dengan istilah "off-flavours". Perlakuan panas yang lebih tinggi menghasilkan rasa susu menjadi "off-flavours" seperti rasa hangat, gosong,

caramel dan angit. Rasa hangat dan gosong ditemukan pada susu yang dipasteurisasi, dan rasa caramel serta angit terjadi pada susu yang disterilisasi.

Pembentukan Krim (Creaming)

Perlakuan panas pada temperatur lebih dari 60°C, akan menurunkan kemampuan membentuk krim pada susu. Penyebab utama berkurangnya kemampuan pembentukan krim adalah hilangnya kemampuan globular-globular atau bulatan lemak untuk bergabung. Hal ini disebabkan protein globulin yang menentukan terjadinya penggumpalan telah mengalami denaturasi.

Tanpa berkumpulnya bulatan-bulatan lemak, maka dalam 10 hari bulatan lemak akan muncul ke permukaan dalam satu liter botol susu. Persentase lemak pada krim dengan volume yang lebih kecil yang terbentuk pada krim dari susu yang dipanaskan lebih tinggi dibanding persentase lemak pada krim dengan volume yang lebih besar dari susu mentah.

HILANGNYA ZAT MAKANAN PADA SUSU STERILISASI Sterilisasi Dalam Botol

Perlakuan panas dalam botol merusak vitamin C paling sedikit setengahnya, thiamin yang hilang 30 – 40%, sedangkan vitamin B_{12} hampir seluruhnya rusak. Indikasi yang paling nyata adalah berkurangnya vit B_6 selama proses sterilisasi. Proses pemanasan tidak berpengaruh terhadap vit A, karoten, riboflavin dan pengaruhnya terhadap vitamin-vitamin lainnya masih perlu dilakukan penelitian lanjut.

Nilai biologi dari protein berkurang beberapa persen. Tidak ada bukti pengaruh yang tidak diharapkan pada zat-zat makanan lainnya.

UHT Sterilisasi

Pengaruh sterilisasi UHT kurang dastris dibanding sterilisasi di dalam botol dan sedikit perbedaannya dengan pengaruh pada pasteurisasi HTST. Perlakuan UHT tidak berpengaruh terhadap nilai biologis dari protein.

Sterilisasi Dua Tingkat

Hilangnya zat-zat makanan pada susu yang diberi perlakuan sterilisasi dua tingkat lebih sedikit dibanding yang diakibatkan oleh sterilisasi dalam botol, khususnya jika sterilisasi yang dilakukan dalam botol sangat ringan. Berkurangnya vitamin pada susu selama perlakuan panas dapat dilihat pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1. Persentase Vitamin Yang Hilang Dalam Susu Selama Pasteurisasi dan Sterilisasi

Vitamin	Past	eurisasi	Sterili	Sterilisasi	
	Batch	HTST	Dalam Botol	UHT	
Thiamin	10	10	35	10	
Vitamin C	10	20	50	10	
Folin	0	0	50	15	
Vitamin B ₁₂	10	0	90	10	

PERUBAHAN SELAMA PENYIMPANAN Perubahan Kimia Susu Sterilisasi

Rasa gosong pada susu sterilisasi hampir selalu terjadi selama beberapa hari pertama setelah proses sterilisasi. Tetapi selama penyimpanan, senyawa sulfur yang menentukan timbulnya "off flavour", secara bertahap beroksidasi sehingga rasa susu serupa dengan rasa gosong.

Hilangnya Zat Makanan

Susu yang sudah disterilisasi sudah biasa disimpan untuk periode waktu yang sangat lama. Tetapi selama penyimpanan dalam waktu lama harus dilindungi dari cahaya, sehingga tidak terjadi kehilangan karoten, riboflavin dan vitamin A. Kandungan vitamin C berkurang dengan cepat, sedangkan thiamin lebih lambat.

Selama penyimpanan di bawah cahaya akan kehilangan lebih besar dan secara cepat pada vitamin A dan riboflavin.

Kontrol Susu Sterilisasi

Segera setelah proses sterilisasi kandungan spora kurang dari satu per liter susu, dan untuk mengkontrol kesterilannya adalah dengan menginkubasi susu pada wadah yang tertutup. Tetapi, hasilnya hanya dapat dipercaya jika jumlahnya di dalam wadah sudah diuji. Untuk mendeteksi mikroorganisme pada temperatur inkubasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 9.2.

Tabel 9.2. Mikroorganisme Yang Terdeteksi Pada Berbagai Temperatur Inkubator

Temperatur Inkubasi	Lama Inkubasi	Mikroorganisme
(°C)	(hari)	-
30	5 - 7	Mesophilic spora
37	3 – 5	Mesophilic spora
		Thermophilic bacilli
55	5	Mesophilic spora
		Thermophilic bacilli
65	5	Thermopilic bacilli

Setelah diinkubasi susu harus diuji pertumbuhan bakterinya, yang dapat dilakukan dalam media agar melalui pengujian mikroskopik.

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Jelaskan 3 metoda utama perlakuan panas yang sering digunakan pada susu
- 2. Bagaimana perubahan kimia yang terjadi pada susu oleh akibat pemanasan? Jelaskan!
- 3. Mengapa pemanasan berpengaruh terhadap pembentukan krim pada susu? Jelaskan!
- 4. Dari berbagai metoda sterilisasi, metoda mana yang pengaruhnya paling buruk terhadap kehilangan zat-zat makanan pada susu? Jelaskan.
- 5. Selama penyimpanan akan terjadi perubahan rasa pada susu sterilisasi yaitu "off flavour". Bagaimana mekanisme terjadinya rasa "off flavour" tersebut? Jelaskan.
- 6. Bagaimana cara untuk mengkontrol susu pasteurisasi dari perkembangan mikro organisme? Jelaskan!

SEPARASI

Pengantar

Bagian ini menguraikan proses separasi pada susu yang meliputi separasi krim, konsentrasi, klarifikasi, serta separasi pada susu panas dan susu dingin. Diuraikan pula standardisasi pada susu dan pencucian separator.

Sub Bab

PENDAHULUAN

PROSES SEPARASI

Pemisahan Krim

Konsentrasi

Klarifikasi

Separasi Pada Susu Panas

Separasi Pada Susu Dingin

PASTEURISASI

Pasteurisasi Susu Skim

Pasteurisasi Susu Penuh

PEMBERSIHAN DAN PEMELIHARAAN SEPARATOR

Pembersihan Separator

Pemeliharaan Separator

STANDARDISASI

X SEPARASI

PENDAHULUAN

Separasi adalah proses pemisahan komponen-komponen yang ada di dalam susu baik yang dikehendaki maupun yang tidak kita kehendaki. Separasi bisa berarti pemisahan antara lemak dengan susu skim, atau bisa juga pemisahan kotoran-kotoran atau sedimen-sedimen yang tidak dikehendaki yang ada di dalam susu, seperti leukosit.

Perbedaan berat jenis antara lemak susu (berat jenis 0.93) dan skim milk (berat jenis 1.3) menyebabkan ada dua komponen untuk diseparasi (dipisahkan) saat susu akan didiamkan. Butiran-butiran lemak akan naik ke permukaan susu dan membentuk lapisan krim. Sekarang ini pemisahan dua komponen tersebut dapat dilakukan dengan lebih cepat lagi yaitu sekitar 5000 kalinya dengan menggunakan alat separator.

Di industri persusuan proses separasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat sentrifugal yang terdiri dari beberapa tipe, namun umumnya ada tiga tipe sentrifugal yang berbeda satu sama lain, yaitu :

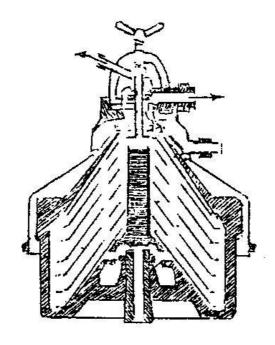
- 1. Pemisahan krim secara konvensional (Convensional cream separator)
- 2. Konsentrasi
- 3. Klarifikasi

Pada pemisahan krim dan konsentrasi di dalam susu, cairan yang masuk dibagi menjadi fase susu skim yang berat dan fase krim yang ringan, yang pada saat yang sama terpisah menjadi dua fase. Pada klarifikasi partikel yang berat (endapan) terpisahkan dari susu. Setelah atau sebelum proses separasi biasanya juga dilakukan pasteurisasi.

PROSES SEPARASI

Pemisahan Krim (Cream Separator)

Pemisahan krim didefinisikan sebagai suatu perlakuan yang menggunakan alat sentrifugal yang ada di dalam separator yang dilengkapi satu bagian tempat masuknya susu dan dua bagian tempat keluarnya skim milk yang berat dan krim yang ringan. Susu disalurkan dari bagian tempat masuk pada separator ke lubang penyaluran di dalam potongan piringan dan keluar ke bagian ruang di antara piringan tempat terjadinya pemisahan. Fase antara yang berat dan yang ringan berada pada radius yang sama saat melalui lubang pendistribusiannya. Gambaran dari alat pemisah krim (cream separator) dapat dilihat pada Gambar 10.1.



Gambar 10.1. Alat Cream Separator (Pemisah Krim)

Konsentrasi

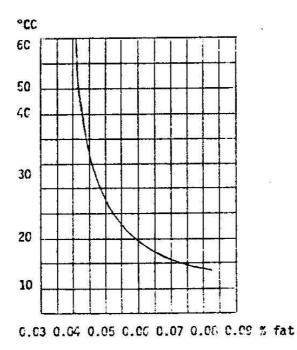
Konsentasi berarti suatu sentrifugal pada separator, yang juga menghasilkan pemisahan cairan ke dalam dua fase, dengan penekanan pada kemurnian dari fase krim yang ringan. Hal ini dapat diperoleh dengan merubah susu ke dalam dua fase dengan posisi di bagian luar dari bulatan separator yang menggunakan potongan piringan yang memiliki lubang penyaluran pada radius yang lebih luas. Pada kondisi tertentu perubahan terjadi di sebelah luar piringan, yang selanjutnya tidak dimasukkan ke lubang penyaluran.

Klarifikasi

Alat klarifikasi yang disebut "clarifier" merupakan suatu sentrifugal pada separator dengan satu bagian tempat masuk cairan dan dua bagian tempat keluar. Alat ini dirancang untuk memisahkan dan memindahkan partikel berat yang sudah terpisah di dalam suatu cairan. Di industri persusuan, separator pada tipe ini termasuk juga untuk klarifikasi susu. Alat klarifikasi akan memisahkan leukosit, sel-sel kotoran dan partikel asing yang dapat masuk ke dalam susu selama penanganan. Leukosit dengan ukuran 10 mikron tidak dapat masuk, tetapi setelah diklarifikasi, sedimen-sedimen dari partikel yang ada di dalam susu tidak dapat dipisahkan lagi. Di negara tertentu, klarifikasi diartikan sebagai tahap pertama dalam pengolahan susu di tempat pengolahan susu.

Separasi Pada Susu Panas

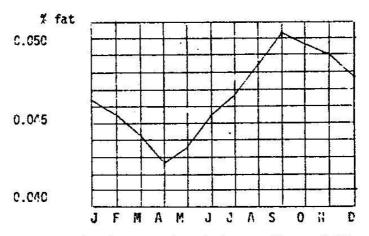
Pemisahan susu penuh menjadi krim dan susu skim sudah umum dilakukan dengan menggunakan sentrifugal separator di industri persusuan. Effisiensi dari proses pemisahan tergantung pada viskositas susu dan ukuran butiran lemak. Viskositas tergantung pada temperatur susu, jika temperatur rendah maka persentase lemak cenderung sedikit lebih besar dari susu skim yang sudah terpisah. Pada Gambar 10.2. tampak hubungan antara temperatur susu penuh yang masuk ke separator dan kandungan lemak dari susu skim yang tersisa.



Gambar 10.2. Hubungan Antara Temperatur dan Kandungan Lemak di Dalam Susu Skim

Batas ukuran minimum untuk memisahkan butiranbutiran lemak dengan cara sentrifugal adalah sekitar 0.8 sampai 1 mikron. Beberapa perlakuan mekanis menyebabkan hancurnya butiran lemak menjelang proses pemisahan, yang akan mengakibatkan efisiensi pembentukan skim terganggu. Hal yang perlu diperhatikan bahwa susu sebaiknya diperlakukan sebaik mungkin menjelang dilakukan pemisahan, berarti harus memilih peralatan dan efisiensi penanganan yang tepat. Pada kondisi tertentu pemompaan susu yang disemprotkan ke udara di suatu ruangan dapat menghancurkan butiran-butiran lemak.

Pada Gambar 10.3. menunjukan variasi bulanan dari efisiensi pembentukan skim dari susu sapi. Effisiensi terbaik dicapai pada bulan April dan Mei, sementara terburuk diperoleh pada bulan September. Variasi musim ini berhubungan dengan periode laktasi sapi di mana persentase butiran lemak yang kecil, akan lebih cepat membentuk susu skim yang kemudian meningkat di akhir periode laktasi.



Gambar 10.3. Variasi Bulanan Efisiensi Pembentukan Skim Pada Susu Sapi di Skandinavia

Berdasarkan hasil penelitian di Skandinavia, rata-rata persentase lemak di dalam susu skim 0.01 lebih tinggi pada susu yang dikumpulkan dengan jumlah banyak dalam tong besar (bulk) dibanding yang dikumpulkan dalam tempat yang lebih kecil (cans) dengan jumah lebih sedikit. Ditemukan bahwa 73% butiran lemak pada susu yang dikumpulkan dalam bulk berukuran lebih dari 1%, sedangkan pada cans ada 82%. Variasi ukuran butiran lemak ini berhubungan dengan perlakuan mekanis pada susu sejak diproduksi sampai di tempat pengolahan susu. Effisiensi pembentukan skim yang lebih rendah pada susu yang dikumpulkan dalam bulk dapat juga dihubungkan dengan bertambahnya ketebalan membran di sekeliling setiap butiran lemak selama penyimpanan pada temperatur dingin, di mana protein meresap ke dalam butiran lemak. Protein yang terserap ke dalam butiran lemak meingkatkan beratnya, dan selanjutnya mengganggu effisiensi pembentukan skim.

Separasi Pada Susu Dingin

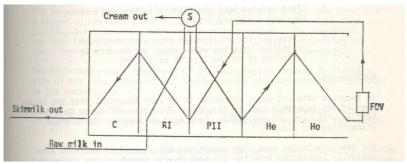
Pemisahan krim dan skim pada susu dingin dilakukan khusus di dalam pemisah krim (cream separator), di mana temperatur susu yang masuk ke dalam separator sekitar 3 – 4°C. Pada temperatur rendah viskositas krim sangat tingi. Oleh karena itu rancangan separator untuk susu dingin harus berbeda dari separator untuk susu panas. Jarak antara piringan di dalam separator ditingkatkan baik ruang maupun salurannya, dan harus dirancang untuk memudahkan mengalirnya dan mengkontrol krim yang lebih kental. Tehnik pemisahan krim dan skim pada susu dingin sangat penting di mana susu sebelumnya distandardisasi setelah didinginkan saat sampai di tempat pengolahan susu. Pemisahan krim dan skim pada susu dingin juga berarti bahwa rangkaian pendinginan tidak terputus sampai pasteurisasi, yang akan tampak jelas dengan melihat kualitas produk yang dihasilkan.

Pemisahan krim dan skim pada susu dingin juga menguntungkan di mana kualitas krim yang dihasilkan dapat digunakan sebagai whipping cream, yang mengandung lebih banyak lecithin di dalam krim. Selain distandardisasi, susu juga harus dihomogenisasi untuk mencegah terbentuknya sedimentasi akibat tingginya leukosist dalam susu.

PASTERURISASI

Pasteurisasi Susu Skim

Pemisahan krim dan skim dapat dilakukan sebelum atau setelah susu dipasteurisasi. Pada umumnya pemisahan lebih banyak dilakukan sebelum susu dipasteurisasi (pasteurisai pemisahan atau pasteurisasi susu skim) lalu diklarifikasi sebelum diberi perlakuan panas. Pasteurisasi susu skim seperti tampak pada Gambar 10.4 sudah dilakukan di beberapa negara. Pemisahan sebelum pasteurisasi juga memungkinkan untuk diberi perlakuan panas secara individu pada susu dan krim. Pada susu cair umumnya proses pasteurisasi juga meliputi homogenisasi dalam satu lapis, di mana homogenizer berada di antara bagian separator dan pemanasan. Susu biasanya dipanaskan terlebih dahulu sebelum dihomogenisasi. Pada prinsipnya, homogenizer memiliki pompa positip bertekanan tinggi yang diperlukan untuk tetap berada di dalam sistem. Untuk mencegah homogenizer dari pengaruh di luar sistem, biasanya dalam operasionalnya dilakukan sedikit over- kapasitas. Adaptasi kapasitas pada pengolahan dicapai dengan mensirkulasi kembali kelebihan susu atau dengan mengatur susu yang masuk setelah dipompa.



Gambar 10.4. Diagram Alir Pasteurisasi Susu Skim

C = Cooling section Ho = Holder

RI = Regenerative section I FDF = Flow Diversion Valve
RII = Regenerative section II S = Cream Separator

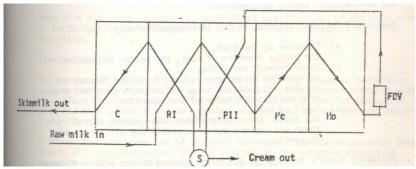
He = Heating section

Ho = Holder

FDF = Flow Diversion Valve S = Cream Separator

Pasteurisasi Susu Penuh

Pasteurisasi susu penuh berarti bahwa susu penuh dipasteurisasi tanpa dilakukan pemisahan terlebih dahulu antara krim dan skim. Adapun pemisahan dilakukan setelah pasterurisasi. Metoda ini dapat digunakan jika perlakuan panas secara individu pada pemisahan susu cair tidak diperlukan. Adapun diagram alir pasteurisasi pada susu penuh dapat dilihat pada Gambar 10.5.



Gambar 10.5. Diagram Alir Pateurisasi Susu Penuh

PEMBERSIHAN DAN PEMELIHARAAN SEPARATOR Pembersihan Separator

Membersihkan separator sangat penting untuk mempertahankan effisiensi pembentukan skim, di mana lapisan tipis butiran susu di permukaan piringan pada separator dapat meningkatkan persentase lemak di dalam susu skim. Semua peralatan yang terbuat dari stainless steel secara teratur dibersihkan dengan asam nitrit (HNO3)

Prosedur umum untuk pencucian adalah sebagai berikut:

- 1. Bersihkan residu dengan air hangat.
- 2. Bersihkan lapisan yang menempel pada bulatan separator dan piringan.
- 3. Gosok bulatan separator, setiap piringan dan bagian lainnya dengan larutan alkalin.
- 4. Bilas dengan air panas lalu selanjutnya oleh air dingin.
- 5. Setelah pencucian lakukan pengeringan.
- 6. Sebelum digunakan kembali, separator disterilisasi dengan air panas yang dilakukan dengan suatu sirkulasi dalam PHE

Pemeliharaan Separator

Menjaga keamanan dan ketenangan operasional adalah sangat penting, di mana keseimbangan bulatan separator separator diperlukan. Untuk itu semua bagian dari separator harus ditangani dengan baik dan diletakkan di atas meja kayu setelah dibersihkan. Semua peralatan dalam separator kecuali untuk penggerak listrik, secara otomatis dilumuri minyak yang dialirkan dari bagian bawah separator. Jumlah minyak diperiksa setiap hari. Beberapa faktor mekanis yang mempengaruhi effisiensi pembentukan skim.

- 1. Diameter bulatan separator; lebih besar diameter bulatan separator maka proses pemisahan akan lebih baik.
- 2. Ruang antara piringan; ruang yang lebih kecil di antara piringan maka jalan yang dilalui partikel sebelum proses pemisahan akan lebih pendek sehingga effisiensi separator lebih baik.
- 3. Kecepatan bulatan separator; lebih cepat kerja bulatan separator maka kekuatan sentrifugal akan lebih besar sehingga kapasitas dan effisiensi pemisahanpun lebih baik.

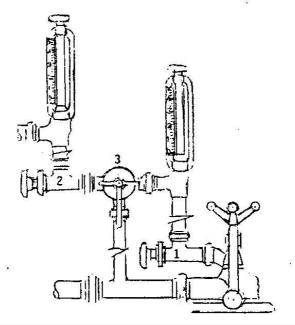
Effisiensi pembentukan skim (skimming effisiensi/SE) dapat diketahui dengan mengikuti rumus dari Stoke seperti berikut:

SE =
$$\frac{2 \times r^2 (w_1 - w_2) \times g}{g \times y}$$

di mana : 2 dan g = faktor konstan r = radius butiran lemak w_1 = berat jenis susu skim w_2 = berat jenis lemak g = berat jenis susu v = viskositas susu

STANDARDISASI

Standardisasi adalah proses penetapan kadar lemak susu dan krim pada level tertentu, yang bertujuan untuk menyeragamkan kualitas komposisi produk yang dihasilkam. Level kadar lemak susu dan produk susu dapat ditetapkan berdasarkan kadar lemak minimum yang sudah ditentukan oleh lembaga yang relevan. Walaupun separator dapat dilengkapi dengan alat standardisasi (lihat Gambar 10.6), penetapan persentase lemak dalam produk yang keluar tetap diperlukan untuk mendapatkan kadar lemak yang pasti.



Gambar 10.6. Sistem Standardisasi Dalam Separator

- 1. Klep untuk mengatur kadar lemak krim
- 2. Klep untuk mengatur bagian krim yang dipindahkan
- 3. Klep tiga arah untuk mencampur kembali krim dengan susu skim

Ada dua rumus yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah krim yang ditambahkan jika kadar lemak krim terlalu rendah, dan untuk menghitung jumlah susu skim atau susu penuh yang ditambahkan jika kadar lemaknya terlalu tinggi.

Kadar lemak yang terlalu rendah (tambahkan krim) Kilo krim yang ditambahkan =

Kilo susu x (% lemak diinginkan - % lemak yang ada) (% lemak dalam krim - % lemak diinginkan)

Kadar lemak yang terlalu tinggi (tambahkan susu skim) Kilo susu skim yang ditambahkan =

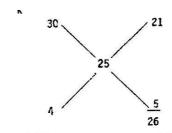
> Kilo susu (% lemak - % lemak yang diinginkan) (% lemak diinginkan - % lemak susu skim)

Hasil yang sama dapat juga diperoleh dengan menggunakan Pearson Square

Contoh : Kadar lemak terlalu tinggi (tambahkan susu skim atau susu penuh)

Diinginkan : 1200 kilo dari 25 % krim yang dapat dihasilkan 30 % krim

4 % susu penuh



Berdasarkan perhitungan di atas 21 bagian dari 30 % krim diperlukan untuk setiap 5 bagian dari 4 % susu penuh. Jumlah

campurannya menjadi 26 bagian. Menurut soal di atas diperlukan 1200 kilo. Untuk mendapatkan 1200 campuran yang diperlukan adalah dengan mengalikan 21 dan 5 dengan jumlah perkalian 26 yang dikandung dalam 1200, yang berarti 1200 dibagi 26 = 46,156 Jadi:

```
Kilo krim 46.2 \times 21 = 970.2

Kilo susu penuh 46.2 \times 5 = \underline{231.0}

1.201.2
```

Hasilnya menunjukkan bahwa 970.2 kilo dari 30% susu harus dicampurkan dengan 231.0 kilo dari 4% susu penuh untuk mendapatkan 1200 kilo dari 25% krim. Perbedaan antara "jumlah susu yang diinginkan" dan hasil "sebenarnya" adalah dengan membaginya. Banyak lagi faktor koreksi yang digunakan dalam mengalikannya dengan 46.154.

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Apa yang dimaksud dengan proses separasi? Jelaskan!
- 2. Sebutkan dan jelaskan tipe-tipe separasi yang sering dilakukan di industri persusuan!
- 3. Jelaskan pula persamaan atau perbedaan di antara tipetipe separasi tersebut!
- 4. Apa yang dimaksud dengan proses klarifikasi pada susu? Jelaskan!
- 5. Jelaskan bagaimana hubungan antara temperatur dan kandungan lemak susu skim pada reparasi susu panas.
- 6. Jelaskan mengapa effisiensi pembentukan susu skim dari seekor sapi bervariasi untuk setiap bulannya!
- 7. Mengapa alat separator harus selalu dibersihkan/dicuci sebelum dan setelah digunakan, dan bagaimana prosedur pencuciannya? Jelaskan.
- 8. Apa yang dimaksud dengan "Standardisasi" pada susu, dan mengapa harus dilakukan standardisasi?

HOMOGENISASI

Pengantar

Bagian ini menguraikan tentang homogenisasi pada susu khususnya susu penuh di mana ukuran butiran lemaknya masih bervariasi. Diuraikan pula pengaruh homogenisasi terhadap aktivitas enzim lipase dan mikroba pada susu.

Sub Bab

PENDAHULUAN
HOMOGENISASI SUSU PENUH
PENGARUH HOMOGENISASI PADA SUSU
Pengaruh Aktivitas Enzim Lipase dan Mikroba
Posisi Homogenizer
PENCUCIAN HOMOGENIZER

XI HOMOGENISASI

PENDAHULUAN

Menurut Lembaga Pelayanan Kesahatan Mayarakat di Amerika Serikat mengenai susu (United States Public Health Service Milk Code), homogenisasi adalah suatu perlakuan untuk menjaga agar butiran lemak susu tidak terurai secara berlebihan setelah disimpan 48 jam pada penyimpanan 45°F (7.2°C), tidak tampak terjadinya pemisahan krim di dalam susu, dan persentase lemak dalam 0.964 liter sebesar 100 ml atau proporsinya 10% dari persentase lemak dari susu yang tersisa setelah melalui pencampuran. Kata "susu" bisa diartikan di dalamnya termasuk "homogenisasi susu".

Sifat emulsi pada susu yang dihomogenisasi menjadi lebih stabil. Emulsi pada susu mengandung partikel tertentu di mana komposisi maupun ukurannya berbeda dari fase serumnya. Berat jenis dari partikel-partikel tersebut dan dari fase serumnya bervariasi. Oleh karena kepadatannya berbeda, maka partikel-partikel tersebut cepat atau lambat akan tersegregasi dari cairan ke bagian dasar atau ke permukaan. Kecepatannya dapat diperhitungkan dengan menggunakan Hukum Stoke, kecuali ada faktor lain yang ikut berperan, atau dapat juga ditentukan oleh ukuran dari butiran susu. Butiran yang ukurannya besar akan lebih cepat bergerak, sementara butiran yang kecil gerakannya lambat. Kestabilan dari emulsi dapat ditingkatkan dengan mengurangi ukuran butiran lemak. Butiran lemak yang ukurannya lebih kecil, kestabilan produknya lebih baik.

Teori Homogenisasi

Pada umumnya kita cenderung mengasumsikan bahwa perbedaan antara bagian bawah dan atas dari produk yang dihomogenisasi tidak akan lebih besar dari diameter ukuran lemak yang diinginkan. Berdasarkan konsep ini, perbedaan yang dapat terjadi hanya sekitar 1 mikron (0.001 mm). Tetapi besaran ini tidak baku. Jika diukur secara terbuka khususnya pada homogenisasi dengan tekanan 200 kp/cm², akan kita temukan ukuran sekitar 200 – 300 mikron (0.2 – 0.3 mm). Pengukuran secara terbuka dapat menghasilkan beberapa kali lebih besar dibanding ukuran butiran dalam produk yang dihomogenisasi. Pengaruh dari homogenisasi diantaranya kecepatan yang sangat tinggi pada segregasi butiran lemak dan tekanan yang cepat pada pusat homogenisasi yang disebabkan oleh adanya rongga, turbulensi dalam produk.

HOMOGENISASI SUSU PENUH

Tujuan homogenisasi pada susu penuh adalah untuk mendapatkan emulsi yang stabil, sehingga tidak akan terbentuk krim atau lapisan lemak di permukaan. Homogenisasi juga memungkinkan untuk mengurangi kandungan lemak tanpa mempengaruhi rasa susu.

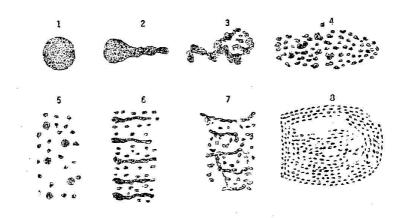
Biasanya susu mengandung butiran lemak dengan ukuran dari 1 sampai 12 mikron, dan sebagian besar berukuran 5 sampai 8 mikron. Menurut hukum Stokes pada ukuran butiran tersebut dalam 10 hari lemak akan naik ke permukaan kotak susu (tinggi kotak sekitar 20 cm). Tetapi butiran lemak dalam susu cenderung untuk membentuk ikatan atau rangkaian, sehingga sifat emulsinya stabil. Pemecahan butiran lemak yang berukuran besar menjadi lebih kecil menunjukkan, bahwa lapisan antara lemak dan plasma lemak akan meningkat dan meluas sehingga akan menarik dari dalam Homogenisasi emulsifier susu. menyebabkan ketidakseimbangan tertentu pada susu, tetapi kestabilannya bisa kembali pulih setelah beberapa saat, di mana emulsi cadangan yang baru segera dimobilisasi. Casein merupakan salah satu emulsi cadangan yang baru, karena terdiri dari salah satu unsur yang terkandung di dalam membran, yang akan membentuk butiran lemak yang baru di sekitarnya.

sebenarnya ingin dicapai Apa yang melalui mikronisasi, homogenisasi yang disebut pemecahan semua butiran lemak dalam ukuran maksimum 1 dapat dilihat bagaimana mikron. Pada Gambar 11.1 pemecahan butiran lemak pada proses homogenisasi tunggal, yang berlangsung dalam 4 tahap. Butiran induk pada tahap 1 merubah bentuk melalui peregangan (tahap 2) membentuk rantai dan ikatan (proses pemekatan/viskolisasi, tahap 3) dan selanjutnya terurai menjadi butiran individu yang kecil (mikronisasi, tahap 4). Hal ini dapat dicegah untuk menghentikan proses pada tahap pemekatan (viskolisasi), karena pada tahap ini butiran lemak yang kecil bergabung satu sama lain membentuk rantai dan ikatan, yang akan menghasilkan stabilitas produk yang tidak diharapkan dengan kepekatan yang lebih tinggi.

Jika menggunakan homogenisasi ganda homogenisasi 2 tingkat - memungkinkan untuk tercapainya penyebaran butiran lemak secara intensif, seperti tampak pada Gambar 11.1. Metode ini tidak umum digunakan, karena memerlukan Beberapa hasil dua mesin. menunjukkan, bahwa tekanan sebesar 100-160 kp/cm² diperlukan menghasilkan untuk homogenisasi diinginkan. Temperatur yang digunakan dalam homogenisasi tergantung pada posisi alat homogenizer jalur kerjanya, seperti berikut ini:

1. Homogenisasi yang berada di dalam proses pasteurisasi (pada hampir semua instalasi yang lama) temperatur yang digunakan sekitar 60-65°C. Temperatur yang digunakan sekarang ini rata-rata 66-67°C.

- 2. Jika homogenisasi berada di antara pasteurization section dan holder section, rata-rata temperatur yang digunakan sekitar 74-75 °C.
- 3. Jika homogenisasi berada setelah holding dan sebelum regenerative section, temperatur yang digunakan antara 72 sampai 75 °C.



Gambar 11.1. Rangkaian Proses Mikronisasi Susu di Dalam Homogenizer

Metoda homogenisasi pada susu penuh juga berarti berlaku untuk seluruh bagian dari susu. Kita juga dapat memilih homogenisasi sebagian, dalam hal ini misalnya, hanya menghomogenisasi krim lalu menggabungkannya kembali dengan susu skim. Pada metoda ini alat homogenizer yang lebih kecil bisa digunakan dengan memerlukan daya yang lebih sedikit..

PENGARUH HOMOGENISASI PADA SUSU Pengaruh Terhadap Aktivitas Enzim Lipase dan Mikroba

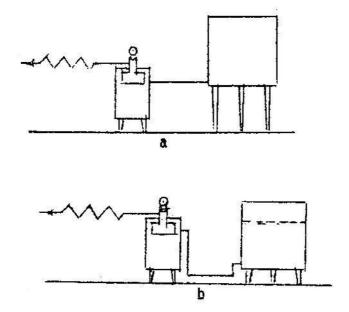
Di Industri persusuan dan produknya serta industri makanan lainnya di samping kestabilan produk yang dihasilkan penting juga memperhatikan palatabilitas dan bakteriologinya. Menjadi pertanyaan, apakah pengaruh homogenisasi lebih menyulitkan atau memuaskan konsumen?

Nilai bakteriologi pada produk tidak dipengaruhi oleh proses homogenisasi, tanpa memperhatikan alat homogenizer yang dihubungkan sebelum atau setelah heating section pada Plate Heat Exchanger. Semua yang bersentuhan dengan permukaan susu di dalam mesin yang terbuat dari stainless steel, dan proses pencucian serta sanitasi dalam alat homogenizer setiap hari, itulah yang memungkinkan terjadinya rekontaminasi pada produk.

Rasa dari produk dapat dipengaruhi oleh homogenisasi menjadi rasa yang tidak dikehendaki. Dalam hal ini, jika susu yang sudah dihomogenisasi dicampur denga susu mentah, maka lemak akan diuraikan oleh aktivitas enzim lipase dan mengakibatkan rasa tengik pada S11S11. Setelah dihomogenisasi, lemak lebih rentan terhadap enzim lipase di mana aktivitas enzim tersebut meningkat seiring dengan tingkat penguraian butiran lemak. Pada umumnya dapat dikatakan, bahwa intensitas emulsifikasi mempengaruhi katalisasi pada aktivitas enzim. Tetapi seperti dikatakan sebelumnya, masalah ini hanya akan terjadi jika produk yang sudah dihomogenisasi berhubungan dengan enzim lipase. Jika diperlukan, dalam kerjanya hindari penggabungan produk hasil homogenisasi dan pasteurisasi dengan produk yang tidak dipasteurisasi. Demikian juga harus diperhatikan pencucian Plate Heat Exchanger, tank, pipa dan peralatan lainnya agar tidak menimbulkan masalah dengan enzim lipase.

Posisi Homogenizer

Tempat yang dapat dipilih untuk homogenizer tergantung pada jenis produk yang akan diolah, waktu pengolahan di dalam homogenizer dan temperatur produk yang akan dihomogenisasi. Untuk produk dalam jumlah banyak, proses homogenisasi dapat dilakukan dalam Plate Heat Exchanger, di mana dalam alat ini produk dapat berhubungan langsung dengan temperatur di dalam homogenizer. Pada instalasi yang kecil, seperti tampak pada Gambar 11.2a dan 11.2b, alat homogenizer lebih baik ditempatkan di bawah tank produk sehingga produk cenderung lebih mudah mengalir, di mana penyerapan udara yang tidak dikehendaki dapat dihindari. Gambar 11.2b menunjukkan, bahwa posisi tank lebih mudah untuk dilalui produk tetapi homogenizer tidak otomatis berhubungan dengan temperatur operaiosnal. Di samping itu dengan posisinya yang dekat dengan penyerapan udara, maka akan mengganggu pengaruh homogeniasi.



Gambar 11.2. Contoh Posisi dari Homogenizer

Jika kerja dari homogenizer dimulai dengan tank yang isinya tidak memenuhi kapasitas, maka penyerapan udara yang tidak dikehendaki dapat terjadi. Di pabrik yang lebih besar, pompa dihubungkan dengan pompa produk di dalam plat alat pasteurisasi dan homogenisasi, yang akan menjamin homogenizer tetap penuh sepanjang waktu mencegah resiko penyerapan udara ke dalam alat. Kapasitas pompa harus diperhatikan, di mana kapasitas homogenizer disesuaikan dengan produk, yaitu sekitar 0.5 kp/cm². apakah mengenai homogenizer Pertanyaan ditempatkan sebelum atau setelah tahap pasteurisasi sudah lama diperbincangkan, dan masih terbuka untuk terus didiskusikan.

Keuntungan menempatkan homogenizer setelah tahap pasteurisasi adalah tidak ada resiko rekontaminasi selama proses pasteurisasi. Tetapi pada kondisi ini ada kemungkinan enzim lipase untuk aktif jika temperatur homogenisasi lebih rendah dari 65 °C. Jika homogenizer ditempatkan setelah section, enzim lipase akan rusak homogenisasi, tetapi secara teoritis akan terjadi rekontaminasi. Pada sistem tertutup, yang menggunakan pencucian CIP resiko ini bisa diabaikan. Jika homogenizer ditempatkan setelah heating section harus dilengkapi dengan tombol otomatis yang kerjanya ditentukan oleh besaran aliran yang disebarkan. Homogenizer akan berhenti jika susu sudah masuk ke tank penimbangan, hal ini untuk mencegah alat homogenizer bekerja dalam keadaan kosong. Adapun temperatur dan tekanan yang diperlukan saat pencucian bervariasi tergantung jenis produk yang baru diproses di dalam alat homogenizer, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 11.1 berikut ini.

Tabel 11.1. Temperatur dan Tekanan Pencucian Homogenizer Pada Berbagai Produk yang Dihomogenisasi

, ,	<i>y</i>			
		Homogenisasi		
Produk yang dihomogenisasi	Tempe	ratur	Tekanan	
	(° C))	(kp/cm ²)	
Susu Cair (pasteurisasi dan sterilisa	si) 66 – 6	57	100 - 160	
Yoghurt, Kefir	70		220	
Susu Cokelat	65 – 7	70	180	
Susu Rekombinasi	60 – 6	55	180 – 200	
Susu Kental/Evaporasi	70		200 - 300	

PENCUCIAN HOMOGENIZER

Homogenizer harus sibersihkan segera setelah selesai digunakan dan harus mengikuti aturan yang sudah ditetapkan. Selama proses homogenisasi pengaruh ruang kosong yang tidak dikehendaki dapat dicegah dengan mengatur tekanan homogenisasi. Adanya ruang kosong selama proses pencucian sebaiknya dihindarkan, oleh karena itu tekanan homogenizer harus di bawah rata-rata selama proses pencucian. Proses pencucian yang ideal adalah hatihati dalam membersihkan sedimen pada katup dan pusat homogenizer yang ada di dalam plate heat exchanger. Membersihkan homogenizer memerlukan waktu yang lebih singkat dibanding plat pasteurisasi, disarankan jika memungkinkan menghentikan homogenizer agar istirahat dan membersihkannya secara terpisah.

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Apa yang dimaksud dengan homogenisasi pada susu ? Jelaskan!
- 2. Bagaimana proses homogenisasi dapat menstabilkan sifat emulsi dari susu? Jelaskan!
- 3. Apa tujuan dilakukannya homogenisasi pada susu penuh?
- 4. Homogenisasi dapat menyebabkan ketidakseimbangan tertentu pada susu, tetapi kestabilan kembali pulih setelah beberapa saat. Jelaskan bagaimana mekanisme kembalinya kestabilan susu setelah dihomogenisasi!
- 5. Apa yang dimaksud dengan mikronisasi dan jelaskan pula tahapan proses mikronisasi!
- 6. Apakah homogenisasi berpengaruh terhadap aktivitas mikroba pada produk? Jelaskan!
- 7. Bagaimana pengaruh proses homogenisasi terhadap enzim lipase pada susu? Jelaskan!
- 8. Apa yang dapat dilakukan untuk mengurangi aktivitas enzim lipase dalam produk susu yang sudah dihomogenisasi?
- 9. Posisi penempatan homogenisasi dalam Plate Heat Exchanger juga mempengaruhi enzim lipase. Pada posisi yang bagaimana penempatan homogenizer dapat menonaktifkan enzim lipase pada susu? Jelaskan!
- 10. Bagaimana proses pencucian pada alat homogenizer? Jelaskan.

FERMENTASI

Pengantar

Bagian ini menguraikan proses fermentasi susu meliputi mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi, perubahan selama fermentasi, keuntungan dan kerugian fermentasi, manfaat produk susu fermentasi, faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi, serta jenis-jenis produk susu fermentasi

Sub Bab

PENDAHULUAN JENIS MIKROORGANISME DAN PERUBAHAN SELAMA FERMENTASI

Jenis Mikroorganisme Fermentasi Perubahan Selama Fermentasi KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN FERMENTASI MANFAAT PRODUK SUSU FERMENTASI FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FERMENTASI JENIS JENIS PRODUK SUSU FERMENTASI

XII FERMENTASI SUSU

PENDAHULUAN

Fermentasi adalah proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat melalui aktivitas enzim tertentu yang dihasilkan oleh suatu mikroba, walau dalam beberapa kondisi tertentu dapat juga terjadi tanpa kehadiran mikroba (sel-sel hidup). Dalam aktivitasnya untuk melakukan metabolism, mikroba membutuhkan sumber energi berupa karbohidrat, sedangkan untuk mensintesis zat penyusun sel mikroba itu sendiri yang diperlukan adalah protein, lemak, mineral, dan asam nukleat. Untuk pertumbuhan aktif organisme-organisme fermentatif tersebut pada umumnya di dalam bahan pangan sudah mengandung zat-zat tersebut dalam jumlah yang cukup (Purnomo dan Adiono, 1987).

Pada awalnya yang disebut dengan fermentasi adalah pemecahan gula menjadi alkohol dan CO₂, walau banyak pula proses yang disebut dengan fermentasi tidak selalu menggunakan substrat gula serta menghasilkan alkohol dan CO₂. Misalnya fermentasi pada susu yaitu perubahan laktosa menjadi asam laktat oleh aktivitas bakteri *Streptococcus lactis* pada kondisi anaerobik. Selain penguraian karbohidrat, terjadi juga pemecahan protein dan lemak oleh mikroorganisme dan enzim tertentu yangdihasilkannya untuk menghasilkan CO₂, beberapa gas dan zat-zat lainnya. Fermentasi juga merupakan jenis respirasi anaerob, yaitu proses terjadinya pelepasan energi yang terjadi oleh karena tidak adanya oksigen bebas (bukan konjugasi secara kimiawi). Umummya hasil fermentasi di dalam pemecahan karbohidrat dari zat organik yang kompleks akan menghasilkan zat lain yang lebih sederhana.

Dengan demikian Fermentasi merupakan proses yang mengacu pada mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik guna memperoleh energi yang diperlukan untuk tetap hidup dan membuat senyawa organik seperti alkohol dan asam organik serta senyawa anorganik seperti karbon dioksida dan hidrogen. Tergantung pada zat yang terbentuk, proses ini disebut juga dengan fermentasi alkohol, fermentasi asam laktat, fermentasi asam asetat, fermentasi asam amino dan lain-lain.

Fermentasi dilakukan dengan menggunakan kultur murni atau starter. Jumlah mikroba (starter/inokulum) yang ditambahkan berkisar antara 3–10 % dari volume medium fermentasi. Penggunaan inokulum yang bervariasi dapat menyebabkan proses fermentasi serta mutu produk selalu berubah-ubah. Inokulum adalah kultur mikroba yang diinokulasikan ke dalam medium fermentasi pada saat kultur mikroba tersebut berada pada fase pertumbuhan eksponensial. Kriteria untuk kultur mikroba agar dapat digunakan sebagai inokulum dalam proses fermentasi adalah:

- 1. Sehat dan berada dalam keadaan aktif sehingga dapat mempersingkat fase adaptasi.
- 2. Tersedia cukup sehingga dapat menghasilkan inokulum dalam takaran yang optimum
- 3. Berada dalam bentuk morfologi yang sesuai
- 4. Bebas kontaminasi
- 5. Dapat mempertahankan kemampuan dalam membentuk produk.

JENIS MIKROORGANISME DAN PERUBAHAN SELAMA FERMENTASI

Jenis Mikroorganisme Fermentasi

Beberapa jenis mikroorganisme yang memfermentasi bahan pangan dan yang paling penting diantaranya bakteri pembentuk asam laktat dan asam asetat, serta beberapa jenis khamir penghasil alkohol.

Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat memiliki karakteristik berbentuk batang atau kokus, gram positif, tidak membentuk spora, tidak bergerak. Sebagian besar BAL dapat tumbuh sama baiknya di lingkungan yang memiliki dan tidak memiliki O₂ (tidak sensitif terhadap O2), sehingga termasuk anaerob aerotoleran. Bakteri yang tergolong dalam BAL memiliki beberapa karakteristik tertentu yang meliputi: tidak memiliki porfirin dan sitokrom, katalase negatif, tidak melakukan fosforilasi transpor elektron, dan hanya mendapatkan energi dari fosforilasi substrat, dan membutuhkan nutrisi yang kompleks seperti asam-asam amino, vitamin (B1, B6, B12) dan biotin (Gobel, 2005). Kelompok bakteri asam laktat umumnya adalah bakteri probiotik, yang berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem dalam usus. (Djide, 2005).

Hampir semua BAL hanya memperoleh energi dari metabolisme gula sehingga habitat pertumbuhannya hanya terbatas pada lingkungan yang menyediakan cukup gula atau disebut dengan lingkungan yang kaya nutrisi. Kemampuan BAL untuk menghasilkan senyawa (biosintesis) juga terbatas dan membutuhkan nutrisi kompleks diantaranya asam amino, vitamin, purin, dan pirimidin. Berdasarkan studi genetika, beberapa sifat BAL yang berhubungan dengan fermentasi cenderung disandikan oleh gen-gen di plasmid (DNA ekstrakromosomal). Sifat-sifat yang dimaksud meliputi produksi proteinase, metabolisme karbohidrat, transpor sitrat, produksi eksopolisakarida, produksi bakteriosin, resistensi terhadap bakteriofag. DNA plasmid dapat ditransfer antarbakteri dengan beberapa mekanisme, seperti konjugasi vang umum terjadi pada Lactococcus sehingga sifat-sifat tersebut dapat menyebar.

Beberapa jenis bakteri penting dalam kelompok ini:

1. Streptococcus thermophilus, Streptococcus lactis dan Streptococcus cremoris. Semua bakteri ini adalah gram

- positif, berbentuk bulat (coccus) dan membentuk seperti rantai serta mempunyai nilai ekonomis penting dalam industri susu.
- 2. Pediococcus cerevisae. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat, berpasangan atau berempat (tetrads). Walaupun jenis ini dikenal sebagai perusak bir dan anggur, namun bakteri ini berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran.
- 3. Leuconostoc mesenteroides, Leuconostoc dextranicum. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat dan terdapat berpasangan atau rantai pendek. Bakteri ini berperan dalam perusakan larutan gula dengan produksi pertumbuhan dekstran berlendir. Namun demikian, bakteri ini merupakan jenis yang penting dalam fermentasi awal pada sayuran dan ditemukan juga dalam sari buah, anggur, dan bahan pangan lainnya.
- 4. Lactobacillus lactis, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus delbrueckii, Lactobacillus plantarum. Organisme-organisme ini berbentuk batang, gram positif dan sering terdapat berpasangan dengan rantai dari selselnya. Umumnya jenis ini lebih tahan asam dibanding Pediococcus atau Streptococcus. Oleh karena itu jenis bakteri ini banyak berperan pada tahap akhir dari fermentasi tipe asam laktat, seperti pada susu dan sayuran.

Berdasarkan sifat fermentasinya bakteri asam laktat digolongkan menjadi dua yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Homofermentatif ialah bakteri yang dalam metabolismenya hanya menghasilkan asam laktat, yang berasal dari metabolisme gula dalam fermentasi susu menjadi yogurt. Misalnya, *Lactobacillus acidophilus*, *L. bulgaricus*, dan *Streptococcus thermophillus*. Adapun heterofermentatif selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan karbondioksida, sedikit asam volatil, alkohol dan ester. Golongan bakteri heterofermentatif ini sering digunakan dalam industri susu

untuk menghasilkan keju dan senyawa flavor, yaitu senyawa cita rasa. Misalnya *Lactobacillus case, Leuconostoc* (Gobel, 2005).

Secara garis besar, kedua fermentasi tersebut memiliki kesamaan dalam mekanisme pembentukan asam laktat, yaitu piruvat akan diubah menjadi laktat (atau asam laktat) dan diikuti dengan proses transfer elektron dari NADH menjadi NAD+. Pola fermentasi ini dapat dibedakan mengetahui keberadaan enzim-enzim yang berperan di dalam jalur metabolisme glikolisis. Pada heterofermentatif, tidak ada aldolase penggunaan dan heksosa isomerase menggunakan enzim fosfoketolase dan menghasilkan CO₂. Metabolisme heterofermentatif dengan menggunakan heksosa (golongan karbohidrat yang terdiri dari 6 atom karbon) akan melalui jalur heksosa monofosfat atau pentosa fosfat. Adapun homofermentatif melibatkan aldolase dan heksosa aldolase namun tidak memiliki fosfoketolase serta hanya sedikit atau menghasilkan CO₂. sama sekali tidak metabolisme yang digunakan pada homofermentatif adalah lintasan Embden-Meyerhof-Parnas.

Bakteri Asam Asetat

Bakteri ini adalah gram negatif berbentuk batang, dan biasanya ditemukan pada golongan *Acetobacter* seperti *Acetobacter aceti*. Metabolisme umumnya bersifat aerobik namun peran utama dalam fermentasi bahan pangan adalah kemampuannya dalam mengoksidasi alkohol dan karbohidrat lainnya menjadi asam asetat, sehingga banyak dipergunakan dalam pabrik cuka.

Bakteri Asam Asetat (BAA) merupakan kelompok bakteri dengan karakteristik umum mempunyai kemampuan mengoksidasi alkohol dan gula, khususnya mengoksidasi etanol menjadi asam asetat dan secara luas sudah digunakan dalam industri komersial seperti produksi asam asetat, glukonat dan sorbose (Jojima *et al.*, 2004). Karakteristik

penting yang lain yaitu menunjukkan reaksi Gram negatif, bentuk sel ellips sampai batang dan sebagian anggotanya mempunyai kemampuan memproduksi selulosa ekstraselular (Hanmoungjai *et al.*, 2007). Bakteri asam asetat dikenal mempunyai daya adaptasi yang baik pada cairan yang banyak mengandung gula dan alkohol (Jojima *et al.*, 2004) sehingga habitat utamanya di alam antara lain berupa asam cuka, buah masak, cairan getah tumbuhan, minuman beralkohol dan bunga-bungaan.

Bakteri Asam Propionat

Jenis-jenis yang termasuk kelompok ini adalah golongan *Propionibacterium*, merupakan gram positif dan berbentuk batang pleomorfik tebal dengan panjang 1-1,5 μm, dan terdapat dalam satu sel, berpasangan, atau rantai pendek dengan susunan yang berbeda. Bakteri ini tidak dapat membentuk spora dan anaerobik (dapat juga mentoleransi udara), dapat hidup optimal pada suhu 30-37°C. Dengan memfermentasi asam laktat, bakteri ini dapat menghasilkan gas karbondioksida yang menyebabkan lubang pada keju, Bakteri ini termasuk keluarga bakteri asam laktat (BAL), yang dapat memfermentasi asam laktat, karbohidrat, dan polialkohol (Frazier, 1988). untuk menghasilkan asam-asam propionat, asetat, dan karbondioksida. Jenis bakteri ini umumnya digunakan dalam fermentasi keju Swiss.

Fermentasi asam propionat adalah fermentasi glukosa atau laktat oleh *Propionibacterium* spp. menjadi propionate, adapun piruvat adalah senyawa antara yang umum pada transformasi ini. Pada pembentukan propionat, pertama-tama piruvat akan bereaksi dengan senyawa metilmalonil-CoA menjadi propionil CoA dan oxaloasetat. Kemudian akan dikonversikan menjadi suksinat melewati siklus asam trikarboksilat atau siklus Kreb's, yang kemudian akan

bereaksi dengan propionil CoA membentuk propionat dan suksinil CoA (Cammack, et al., 2006).

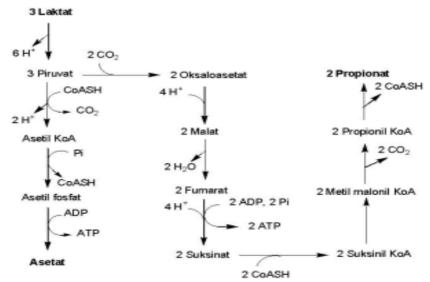
Propionat merupakan produk akhir fermentasi gula dan pati. Sebagian besar energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produksi laktosa, diperoleh dari propionat. Bahan pangan dengan kandungan karbohidrat lebih mudah terfermentasi sehingga menghasilkan propionat dan butirat relatif lebih tinggi daripada asetat. Propionat dianggap lebih efisien sebagai sumber energi karena hasil fermentasi dalam produksi propionat menghasilkan lebih sedikit gas metan dan karbondioksida. Hipotesis awal menyatakan bahwa langkah awal fermentasi propionat adalah dehidrasi laktat menjadi akrilat, dan akrilat kemudian diredukasi menjadi propionat.

Ada empat spesies dari propionobacterium dalam susu yang termasuk dalam genus: Propionibacterium freudenreichii, Propionibacterium jensenii, Propionibacterium thoenii, Propionibacterium acidipropionici. Keempat spesies berhubungan dengan fermentasi alami pada keju tipe Swiss, namun Propionibacterium freudenreichii dapat digunakan sebagai kultur starter dalam fermentasi terkontrol, keasaman susu melalui fermentasi asam laktat, atau dengan kombinasi kedua teknik ini. Tugas utama propionibacterium adalah mengembangkan asam dalam bentukan keju. Ketika susu mengental, sel-sel bakteri terkonsentrasi dalam koagulan dan kemudian dalam keju. Perkembangan asam dalam bentukan akan menurunkan pH yang penting membantukontraksi koagulum disertai dengan pengurangan whey. Selanjutnya, garam kalsium dan phosphor dilepaskan dan akan mempengaruhi konsistensi keju serta membantu meningkatkan kekerasan bentukan keju (Rahman.A, 1992). Fungsi penting lain vang dilakukan oleh bakteri propionibacterium ini adalah pemroduksi asam, menekan bakteri yang tahan pasteurisasi atau rekontaminasi bakteri yang membutuhkan laktosa atau tidak bisa mentolerir asam laktat. Produksi asam laktat berhenti ketika semua laktosa dalam keju (kecuali pada keju tipe lembut) telah habis difermentasi (Frazier, 1988).

Propionibacterium umunya memfermentasi laktat, triosa, dan heksosa menjadi propionat melalui jalur suksinat-propionat, asetat melalui jalur asetil KoA, dan karbon dioksida (Gambar 12.1). Tiga molekul laktat diubah menjadi tiga molekul piruvat oleh enzim laktat dehidrogenase. Satu molekul piruvat diubah menjadi satu molekul asetat sama seperti pada *C. propionicum*. Fermentasi laktat menjadi asetat menghasilkan 2 elektron dan perubahan 2 molekul laktat menjadi 2 molekul piruvat menghasilkan 6 elektron. Delapan elektron ini dipakai untuk mereduksi piruvat menjadi propionat.

Piruvat dikarboksilasi (berasal dari dekarboksilasi metilmalonil KoA) oleh enzim transkarboksilase diubah menjadi oksaloasetat. Oksaloasetat direduksi menjadi malat oleh malat dehidrogenase. Malat dihidrasi menjadi fumarat oleh fumarase, dan fumarat direduksi menjadi suksinat oleh fumarat reduktase. Lalu terjadi transfer gugus KoA (berasal dari propionil KoA) ke suksinat, sehingga menjadi suksinil KoA. Reaksi ini dikatalisis oleh suksinil KoA transferase. Suksinil KoA di Re-aransemen menjadi metil malonil KoA oleh metil malonil KoA rasemase. Dekarboksilasi metil malonil KoA oleh transkarboksilase diubah menjadi propionil KoA, dan *Propionil* KoA diubah menjadi propionat. Secara teoritis rasio propionat dan asetat adalah 2, tetapi tidak jarang rasionya lebih dari 2. Reaksi keseluruhan adalah sebagai berikut.

3 Laktat + 2 ADP + 2 Pi -> 2 propionat + asetat + CO2 + 2 ATP



Gambar 12.1 Fermentasi propionat oleh Propionibacterium.

Tampak bahwa reduksi piruvat menjadi suksinil KoA merupakan rute pada jalur reduktif-asam sitrat. Dengan demikian fermentasi propionat pada *Propionibacterium* adalah melalui jalur reduktif-asam sitrat. Produksi propionat dan asetat dapat ditingkatkan, jika tekanan gas CO2 diturunkan (Oberman, 1985).

Khamir

Khamir merupakan jenis fungi uniseluler, dan istilah khamir umumnya digunakan untuk bentuk-bentuk yang menyerupai jamur dari kelompok Ascomycetes yang tidak berfilamen tetapi uniseluler. Bentuk khamir dapat sperikal sampai ovoid, kadang dapat membentuk miselium semu. Ukuran juga bervariasi. Struktur yang dapat diamati meliputi dinding sel, sitoplasma, vakuol air, globula lemak dan granula. Khamir melakukan reproduksi secara aseksual melalui pembentukan tunas secara multilateral ataupun polar.

Reproduksi secara seksual menghasilkan askospora melalui konjugasi dua sel atau konjugasi dua askospora yang menghasilkan sel anakan kecil. Jumlah spora dalam askus bervariasi tergantung macam khamirnya.

Khamir (yeast) merupakan mikroorganisme pertama yang digunakan manusia dalam industri pangan. Orangorang Mesir zaman dahulu sejak 5000 tahun yang lalu telah menggunakan yeast dan proses fermentasi dalam memproduksi minuman beralkohol di mana produk utama dari metabolismenya adalah etanol. Yeast mempunyai potensi yang besar selain sebagai agen fermentasi, juga dapat memberi perubahan yang sangat signifikan baik dalam rasa, aroma maupun tekstur dari pangan tersebut Selain itu mikroorganisme ini juga sering digunakan dalam membuat roti.

Salah satu jenis khamir adalah Saccharomyces, yaitu genus khamir yang memiliki kemampuan mengubah glukosa alkohol dan CO₂. Saccharomyces merupakan menjadi mikroorganisme bersel tunggal dan tidak berklorofil. Tumbuh baik pada suhu 30°Cdan pH 4,8. Kelebihan dari Saccharomyces dalam proses fermentasi yaitu perkembangbiakannya yang cepat, tahan terhadap kadar alkohol dan suhu yang tinggi, stabil dan cepat mengadakan adaptasi. Pertumbuhan Saccharomyces dipengaruhi oleh adanya penambahan nutrisi yaitu unsur C sebagai sumber carbon, unsur N yang diperoleh dari penambahan urea, ZA, amonium dan pepton, mineral dan vitamin. Suhu optimum untuk fermentasi antara 28 - 30 °C. Menurut Dr. Anton Muhibuddin (2011), beberapa spesies Saccharomyces mampu memproduksi ethanol hingga 13.01%. Beberapa spesies yang termasuk dalam genus ini diantaranya yaitu Saccharomyces cerevisiae, Saccharomyces boullardii, dan Saccharomyces uvarum.

Saccharomyces cerevisiae merupakan mikroorganisme yang sangat dikenal oleh masyarakat luas sebagai ragi roti (baker's yeast). Ragi roti ini digunakan dalam pembuatan makanan, minuman dan juga dalam industri etanol. *Saccharomyces cerevisiae* adalah salah satu jenis Khamir yang berperan penting dalam produksi minuman beralkohol seperti bir dan anggur, selain juga digunakan untuk fermentasi adonan di perusahaan roti.

Beberapa produk susu yang dihasilkan oleh Khamir diantaranya:

- ➤ produk susu segar dan pasteurisasi golongan khamir yang serinh digunakan adalah *Rhodotorula spp.,* Candida famata, C. diffluens, C. curvata, Kluyveromyces marxianus, Cryptococcus flavus.
- Mentega; pada produk ini jenis khamir yang umum digunakan adalah Rhodotorula rubra, R. glutinis, Candida famata, C. diffluens, C. lipolytica, Cryptococcus laurentii.
- > Yoghurt ; pada produk yoghurt jenis khamir yang digunakan adalah Kluyveromyces marxianus, Candida famata, Debaryomyces hansenii, Saccharomyces cerevisiae,
- ➤ Keju Cottage dan Keju segar ; pada produk keju segar ini jenis khamir yang digunakan adalah Kluyveromyces marxianus, C. lipolytica, Candida famata dan Candida yang lain, Debaryomyces hansenii, Cryptococcus laurentii, Sporobolmyces roseus.
- ➤ Keju lunak dimatangkan dengan jamur (mold); pada produk ini jenis khamir yang digunakan adalah Kluyveromyces marxianus, Candida famata, Candida lipolytica, Pichia membranafaciens, P. fermentans, Debaryomyces hansenii, Saccharomyces cerevisiae, Zigosaccharomyces rouxii.

Kapang

Kapang (Inggris: mold) adalah mikroorganisme yang termasuk dalam anggota Kingdom Fungi yang membentuk hifa, yang biasanya tumbuh pada permukaan makanan yang sudah basi atau terlalu lama tidak diolah. Kapang bukan merupakan kelompok taksonomi yang resmi, sehingga anggota-anggota dari kapang tersebar ke dalam filum Glomeromycota, Ascomycota, dan Basidiomycota. Selain kapang, organisme lainnya yang tergolong ke dalam fungi dan penting dalam mikrobiologi pangan adalah khamir dan jamur.

Berbeda dari Khamir, kapang merupakan jenis fungi multiseluler yang bersifat aktif karena merupakan organisme dan mampu memecah bahan-bahan kompleks menjadi bahan yang lebih sederhana. Di bawah mikroskop kapang dapat dilihat berupa benang yang disebut hifa, dan kumpulan hifa ini dikenal sebagai miselium. Kapang mudah dijumpai pada bagian-bagian ruangan yang lembab, seperti langit-langit bekas bocor, dinding yang dirembesi air, atau pada perabotan lembab yang jarang terkena sinar matahari. Kapang melakukan reproduksi dan penyebaran menggunakan spora. Spora kapang terdiri dari dua jenis, yaitu spora seksual dan spora aseksual. Spora aseksual dihasilkan cepat dan dalam jumlah yang lebih banyak lebih dibandingkan spora seksual. Spora aseksual memiliki ukuran yang kecil (diameter 1 - 10 μm) dan ringan, sehingga penyebarannya umumnya secara pasif menggunakan aliran udara.

Kapang jenis-jenis tertentu digunakan dalam persiapan pembuatan beberapa macam keju dan beberapa fermentasi bahan pangan Asia seperti kecap dan tempe. Jenis-jenis kapang yang sangat penting pada beberapa produk tersebut di atas diantaranya golongan *Aspergillus*, *Rhizopus*, dan *Penicillium*.

Fungi multiseluler mempunyai miselium atau filament, dan pertumbuhannya dalam bahan makanan mudah sekali dilihat, yakni seperti kapas. Pertumbuhan fungi mula-mula berwarna putih, namun bila telah momproduksi spora maka akan terbentuk berbagai warna tergantung dari jenis kapang. Sifat-sifat kapang baik secara mikroskopik ataupun makroskopik digunakan untuk identifikasi dan klasifikasi kapang. Kapang dapat dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan struktur hifa, yaitu hifa tidak bersekat (nonseptat) dan hifa bersekat (septet) yang membagi hifa dalam mangan-mangan. Setiap mangan mempunyai inti satu atau lebih, dinding penyekat pada kapang yang disebut dengan septum yang tidak bertutup rapat, sehingga sitoplasma masih dapat bebas bergerak dari satu ruang ke ruang lainnya. Kapang tidak berseptat intinya tersebar disepanjang septa.

Beberapa jenis kapang yang sering digunakan dalam pengolahan pangan adalah sebagaii berikut:

1. Rhizopus

Rhizopus sering diebut kapang roti karena sering tumbuh dan menyebabkan kerusakan pada roti, walau ada juga yang tumbuh pada sayuran, dan buah-buahan. Spesies Rhizopus yang umum ditemukan pada roti yaitu *Rhizopus stolonifer* dan *Rhizopus nigricans*. Selain merusak makanan sebagian Rhizopus digunakan untuk beberapa makanan fermentasi tradisional seperti, Rhizopus oligosporus dan Rhzopus orizae yang digunakan dalam pembuatan berbagai macam tempe dan oncom hitam.

2. Aspergillus

Kapang ini mampu tumbuh baik pada substrat dengan gula dan garam dengan konsentrasi tinggi. Aspergillus orizae digunakan dalam fermentasi makanan tahap pertama dalam pembuatan kecap dan tauco. Konidia kelompok ini berwarna kuning sampai hijau, atau mungkin membentuk sklerotia.

3. Penicillum

Penicillium menyebabkan kerusakan pada bahan sayuran, buah-buahan, dan serelia. Selain itu digunakan

untuk industri dalam memproduksi antibiotik penisilin yang dihasilkan oleh *Penicillium notatum* dan *Penicillium chysogenum*. Kegunaan lain untuk pematangan keju, misalnya keju camembert oleh *Penicillium camemberti* yang konidianya berwarna abu-abu dll.

Perubahan-Perubahan Yang Terjadi Selama Proses Fermentasi

Pada proses fermentasi makanan secara alami biasa dilakukan oleh lebih dari satu jenis mikroorganisme yang Pertumbuhan bersifat sinergistik. beberapa mikroorganisme pada beberapa jenis makanan fermentasi bersifat suksesi, yaitu proses fermentasi dilakukan oleh ienis mikroorganisme yang tumbuh beberapa secara bergantian. Pada prinsipnya mikroorganisme yang bersifat mengubah karbohidrat fermentatif dapat turunan-turunannya terutama menjadi alkohol, asam dan CO2. Mikroorganisme proteolitik dapat memecah protein dan komponen-komponen nitrogen lainnya menghasilkan bau busuk yang tidak diinginkan, sedangkan mikroorganisme lipolitik akan memecah atau menghidrolisa lemak, phospholipid dan turunannya menghasikan bau tengik.

Bila fermentasi alkohol dan asam yang dihasilkan oleh mikroorganisme fermentatif cukup tinggi maka pertumbuhan mikroorganisme proteolitik dan lipolitik dapat dihambat. Jadi prinsip pengawetan pangan dengan cara fermentasi sebenarnya adalah mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroorganisme pembentuk alkohol dan asam, dan menekan pertumbuhan mikroorganisme proteolitik dan lipolitik sehingga bahan makanan bias dipertahankan tetap awet karena tidak mengalami penguraian zat-zat makanan yang menimbulkan kerusakan pada makanan.

Gula yang terdapat dalam susu fermentasi yang dikenal dengan laktosa oleh bakteri *Streptococcus lactis* diuraikan menjadi glukosa dan galaktosa, yang kemudian pada akhirnya akan menghasilkan asam laktat yang menyebabkan menurunnya pH sehingga akan mengendapkan curd susu. Reaksi ini merupakan dasar dari pembentukan keju. Asam yang dihasilkan dari fermentasi ini oleh adanya oxigen dapat dipecah lebih lanjut oleh cendawan. Jika hal ini terjadi, maka peranan asam sebagai pengawet melawan mikroorganisme lainnya akan berkurang atau hilang, sehingga makanan menjadi rusak.

Protein dipecah oleh bakteri proteolitik misalnya *Proteus vulgaris* atau mikroorganisme lainnya menghasilkan bermacam-macam komponen yang mengandung nitrogen dan memberikan bau busuk pada makanan, misalnya NH₃. Demikian halnya pada kotoran (faeces), bau busuk yang dikeluarkan juga disebabkan oleh pemecahan protein, misalnya protein yang menggandung asam amino tryptophan di dalam perut besar dipecah menjadi senyawa indol dan skatol yang berbau busuk.

Lemak dapat dipecah oleh bakteri lipolitik misalnya *Alcaligenes lipolyticus*__atau mikroorganisme lainnya menghasilkan asam-asam lemak. Pemecahan ini dapat menyebabkan bau tengik pada makanan.

Perubahan reaksi kimia yang terjadi selama fermentasi meliputi:

a. Perubahan pati menjadi komponen gula oleh enzim amilase yang dihasilkan oleh kapang Amylomices rouxii, Aspergillus oryzae, Mucor rouxii dll; khamir seperti Candida, dan bakeri seperti Bacillus subtilis.

b. Perubahan komponen disakarida menjadi monosakarida oleh enzim maltase atau invertase

c. Perubahan komponen gula menjadi etanol oleh sel-sel khamir

d. Perubahan gula menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat yang mempunyai sifat homofermentatif atau heterofermentatif

homofermentatif C6H12O6 ---> 2CH3CHOHCOOH glukosa asam laktat

heterofermentatif: C6H12O6 ---> CH3CHOHCOOH + CO2 + C2H5OH glukosa asam laktat etanol e. Perubahan gula menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat Acetobacter

f. Perubahan protein oleh mikroorganisme proteolitik menghasilkan protein dengan berat molekul lebih kecil protein ---> polipeptida ---> peptida ---> asam-asam amino

Contoh mikroorganisme proteolitik : R.oligosporus, A. oryzae, A.sojae, B.subtilis, dan Mucor.

Kombinasi antara Streptococcus thermophillus Lactobacillus bulgaricus dalam fermnetasi susu dapat meningkatkan produksi asam laktat yang lebih tinggi. Streptococcus thermophillus tumbuh lebih cepat menghasilkan asam dan karbondioksida. Karbondioksida ini menstimulasi pertumbuhan Lactobacillus bulgaricus. Selain itu, aktivitas proteolitik dari *Lactobacillus bulgaricus* akan menghasilkan peptida dan asam amino yang digunakan oleh Streptococcus thermophillus. Streptococcus thermophillus terlebih dahulu menurunkan pH sampai sekitar 5,0 baru diikuti oleh Lactobacillus bulgaricus yang terus menurunkan pH lagi sampai mencapai 4,0. Lactobacillus bulgaricus lebih berperan pada pembentukan aroma, sedangkan Streptococcus thermophillus lebih berperan pada pembentukan cita rasa susu fermentasi.. Streptococcus thermophillus adalah bakteri gram positif, berbentuk bulat yang terdapat sebagai rantai. Jenis ini memiliki kemampuan untuk meningkatkan pertambahan berat badan, meningkatkan gerakan perut dari 4,8 kali dalam 10 hari menjadi 5,7 kali (Edwin, 2006).

Menurut Surono, (2004) bahwa dalam fermentasi susu ada beberapa zat gizi yang mengalami perubahan, salah satunya adalah protein. Protein di dalam susu akan dirombak oleh bakteri asam laktat dan menghasilkan asam amino bebas yang banyak. Asam amino ini akan digunakan oleh bakteri untuk mensintesis selnya.

KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN FERMENTASI

mengalami fermentasi Makanan-makanan yang biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dari pada bahan asalnya. Hal ini tidak hanya. disebabkan karena mikroorganisme bersifat katabolik (memecah) komponenkomponen yang komplex menjadi zat-zat yang sehingga lebih mudah dicerna. sederhana tetapi mikroorganisme juga dapat mensintesis beberapa vitamin yang komplex dan faktor-faktor pertumbuhan badan lainnya. Misalnya produksi dari beberapa vitamin seperti riboflavin, vitamin B₁₂, dan prekursor vitamin C, hasilnya akan lebih banyak melalui proses fermentasi.

Beberapa hasil-hasil fermentasi terutama asam dan alkohol dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen di dalam makanan misalnya *Clostridium botulinum*, yang pada pH di bawah 4.6 tidak dapat tumbuh dan membentuk toxin. Melalui proses fermentasi juga dapat terjadi pemecahan oleh enzim-enzim tertentu pada bahan yang tidak dapat dicerna oleh manusia misalnya selulosa, hemiselulosa dan polimer-polimernya, menjadi gula-gula sederhana atau derivatnya.

Keuntungan dan kerugian dari proses fermentasi dapat disimpulkan seperti berikut :

Keuntungan fermentasi:

- Nilai gizi lebih baik daripada bahan asalnya, karena terjadi pemecahan zat makanan yang tidak dapat dicerna oleh manusia, misalnya serat akan diuraikan oleh enzim yang dihasilkan oleh kapang. Mikroba akan memecah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana.
- 2) Makanan hasil fermentasi lebih mudah dikonsumsi
- 3) Beberapa hasil fermentasi seperti alkohol dan asam dapat menghambat pertumbuhan mikroba patogen di dalam makanan.
- 4) Proses fermentasi dapat dilakukan pada kondisi pH dan suhu normal, sehingga tetap mempertahankan atau bahkan sering meningkatkan nilai gizi dan organoleptik produk pangan.
- 5) Karakteristik flavor dan aroma produk yang dihasilkan bersifat khas, tidak dapat diproduksi dengant eknik/metodapengolahanlainnya.
- 6) Memerlukan konsumsi energi yang relatif rendah karena dilakukan pada kisaran suhu normal.
- 7) Modal dan biaya operasi untuk proses fermentasi umumnya rendah.
- 8) Teknologi fermentasi umumnya telah dikuasai secara turun temurun dengan baik.

Kerugian fermentasi

- 1) Kapang dengan miselianya bisa masuk ke dalam makanan, sehingga tekstur berubah.
- 2) Bahan makanan lebih permeabel terhadap air hasil pengolahan sehingga produk fermentasi teksturnya lebih lunak.
- 3) Kemungkinan terjadi keracunan, misalnya keracunan karena tercemar oleh bakteri lain yang mmengkontaminasi

MANFAAT PRODUK SUSU FERMENTASI

Produk minuman hasil fermentasi bakteri asam laktat berpotensi memberikan dampak positif bagi kesehatan dan nutrisi manusia, di antaranya adalah meningkatkan nilai nutrisi makanan, mengontrol infeksi pada usus, meningkatkan digesti (pencernaan) laktosa, mengendalikan beberapa tipe kanker, dan mengendalikan tingkat serum kolesterol dalam darah. Sebagian keuntungan tersebut merupakan hasil dari pertumbuhan dan metabolisme bakteri selama pengolahan makanan, sedangkan sebagian lainnya hasil dari pertumbuhan beberapa bakteri asam laktat di dalam saluran usus saat mencerna makanan yang mengandung bakteri asam laktat sendiri.

Manfaat seperti tersebut di atas disebabkan bakteri asam laktat dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain dengan memproduksi protein yang disebut bakteriosin. Salah satu contoh bakteriosin yang dikenal luas adalah nisin, yang diproduksi oleh *Lactobacillus lactis* ssp. *lactis*. Nisin dapat menghambat pertumbuhan beberapa bakteri, ydiantaranya *Clostridium, Bacillus, Staphylococcus,* dan *Listeria*. Senyawa bakteriosin yang diproduksi bakteri asam laktat itu dapat bermanfaat karena dapat menghambat bakteri patogen yang dapat merusak makanan ataupun minuman yang membahayakan kesehatan manusia, sehingga keamanan makanan lebih terjamin.

Selain bakteriosin, senyawa penghambat bakteri lain yang dapat diproduksi oleh bakteri asam laktat adalah hidrogen peroksida, reuterin, asam lemah dan diasetil. Adapun senyawa-senyawa tersebut juga berfungsi untuk memperpanjang masa simpan dan meningkatkan keamanan produk pangan. **Hidrogen peroksida** (H₂O₂) yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat bermanfaat untuk melindungi selnya terhadap keracunan oksigen. Di samping itu H₂O₂ juga dapat bereaksi dengan senyawa lain di dalam susu, misalnya

tiosianat endogen dalam susu mentah sehingga menghasilkan senyawa penghambat mikroorganisme lain. Mekanisme tersebut dikenal dengan sistem antimikroba laktoperoksidase. Asam laktat dan asam lemah lain yang dihasilkan bakteri asam laktat dapat memberikan efek bakterisidal untuk bakteri lain karena pH lingkungan dapat turun menjadi 3 - 4,5. Pada pH tersebut, bakteri asam laktat tetap dapat hidup sedangkan bakteri lain termasuk bakteri pembusuk makanan maupun minuman yang merugikan akan mati. Reuterin merupakan senyawa antimikrobial efektif untuk melawan berbagai jenis bakteri dengan spektrum luas cukup luas, yang diproduksi oleh *Lactobacillus reuteri* selama pertumbuhan anaerobic. Diasetil merupakan senyawa yang menentukan rasa dan aroma pada produk fermentasi padat seperti mentega, serta aktif melawan bakteri gram negatif, khamir, kapang.

Produk minuman hasil fermentasi bakteri asam laktat dikonsumsi manusia sebagai minuman probiotik, yang dapat meningkatkan kesehatan atau nutrisi tubuh. Beberapa spesies bakteri asam laktat merupakan probiotik yang baik karena dapat bertahan melewati pH lambung yang rendah serta dapat menempel atau melakukan kolonisasi usus. Akibatnya, bakteri pathogen di dalam usus akan berkurang karena kalah bersaing dengan bakteri asam laktat.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FERMENTASI

pH (Keasaman)

Makanan dan minuman yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika oksigen cukup jumlahnya dan tumbuh mikroorganisme lain seperti cendawan serta fermentasi berlangsung terus, maka daya awet dari asam tersebut akan hilang. Pada kondisi seperti ini mikroorganisme proteolitik dan lipolitik dapat berkembang biak dengan baik.

Misalnya susu segar yang pada umumnya akan terkontaminasi dengan beberapa macam mikroorganisme biasanya didominasi mula-mula oleh Streptococcus lactis, dapat menghasilkan sehingga laktat. asam pertumbuhan selanjutnya dari bakteri ini akan terhambat oleh keasaman yang dihasilkan bakteri itu sendiri. Setelah itu biasanya akan tumbuh bakteri pembentuk asam jenis Lactobacillus yang lebih toleran terhadap asam dari pada Streptococcus. Lactobacillus juga akan menghasilkan asam lebih banyak lagi sampai tinggi keasaman tertentu yang akhirnya dapat menghambat pertumbuhannya. Selama pembentukan asam tersebut pH susu akan turun sehingga terbentuk "curd" susu.

Pada tingkat keasaman yang tinggi akhirnya Lactobacillus akan mati dan kemudian tumbuh ragi dan cendawan yang lebih toleran terhadap asam. Cendawan akan mengoksidasi asam sedangkan ragi akan menghasillcan hasil-hasil akhir yang bersifat basa dari reaksi proteolysis. Akibatnya, kedua mikroorganisme tersebut akan menghabiskan asam yang ada sampai titik di mana bakteri pembusuk proteolitik dan lipolitik menemukan media yang sesuai. Bakteri proteolitik akan mencerna "curd" dan menghasilkan gas dan bau, busuk sehingga susu rusak dan tidak dapat dikonsumsi lagi.

Mikroba

Umumnya fermentasi dilakukan dengan menggunakan kultur murni atau starter yang dihasilkan secara laboratoris. Kultur ini dapat disimpan dalam bentuk kering atau dibekukan, misalnya kultur murni dari bakteri asam laktat untuk membuat keju. Konsentrasi mikroba atau starter atau disebut juga inokulum yang ditambahkan berkisar antara 3 – 10 % dari volume medium fermentasi. Penggunaan inokulum yang bervariasi ini dapat menyebabkan proses fermentasi dan

mutu produk selalu berubah-ubah. Inokulum adalah kultur mikroba yang diinokulasikan ke dalam medium fermentasi pada saat kultur mikroba tersebut berada pada fase pertumbuhan eksponensial.

Kriteria agar kultur mikroba dapat digunakan sebagai inokulum dalam proses fermentasi adalah:

- a. sehat dan berada dalam keadaan aktif sehingga dapat mempersingkat fase adaptasi
- b. tersedia cukup sehingga dapat menghasilkan inokulum dalam takaran yang optimum
- c. berada dalam bentuk morfologi yang sesuai
- d. bebas kontaminasi
- e. dapat mempertahankan kemampuannya membentuk produk

Adakalanya fermentasi tidak menggunakan kultur murni tetapi menggunakan bahan-bahan yang telah mengalami fermentasi sebagai starter. Misalnya, dalam koagulasi susu untuk membuat keju dilakukan dengan memasukkan curd yang telah menggumpal ke dalam cairan susu tanpa harus menggunakan kultur murni.

Alkohol

Seperti halnya asam, alkohol dapat berfungsi sebagai pengawet tergantung dari konsentrasinya. Kandungan alkohol di dalam anggur (wine) misalnya, tergantung pada kandungan gula didalam buah anggur (grape), macam ragi, suhu fermentasi dan jumlah oxigen. Seperti mikroorganisme menghasilkan vang asam, beberapa lainnya mikroorganisme tidak tahan terhadap alkohol. Misalnya ragi tidak tahan terhadap alkohol pada jumlah tertentu. Umumnya ragi tidak tahan pada konsentrasi alkohol 12 - 15 persen. Sebagai contoh anggur asli biasanya hanya mengandung alkohol 9 - 13 persen dari hasil fermentasi. Oleh karena jumlah ini tidak cukup digunakan sebagai pengawet, maka anggur harus dipasteurisasi dan ditambahkan alkohol hingga mencapai konsentrasi 20 persen.

Suhu

Suhu fermentasi sangat menentukan macam dari mikroorganisme yang dominan selama fermentasi, karena setiap jenis mikroorganisme memiliki temperature hidup yang dalam aktivitasnya. Tiap-tiap mikroorganisme memiliki suhu pertumbuhan maksimal, minimal dan optimal yaitu suhu yang memberikan pertumbuhan terbaik dan Mikroorganisme perbanyakan diri tercepat. diklasifikasikan menjadi tiga kelompok berdasarkan suhu pertumbuhan yang diperlukannya yaitu golongan psikrofilik, tumbuh pada suhu dingin dengan suhu optimal 10 - 20°C, golongan mesofilik tumbuh pada suhu sedang dengan suhu optimal 20 – 45°C dan golongan termofilik tumbuh pada suhu tinggi dengan suhu optimal 50-60° C (Gamanand Sherrington, 1992).

Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Bakteri bervariasi dalam hal suhu optimum untuk pertumbuhan dan pembentukan asam. Umumnya bakteri dalam kultur asam laktat mempunyai suhu optimum 30°C, tetapi beberapa kultur dapat membentuk asam dengan kecepatan yang sama pada suhu 37°C maupun 30°C. Suhu yang lebih tinggi dari 40°C pada umumnya menurunkan kecepatan pertumbuhan dan pembentukan asam oleh bakteri asam laktat, (Rahman dkk.,1992). Jika konsentrasi asam hasil fermentasi yang dikehendaki telah tercapai. maka suhu dapat dinaikkan untuk menghentikan fermentasi.

Oxigen

Tersedianya oksigen dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Jamur bersifat aerobik memerlukan oksigen dalam aktivitasnya, sedangkan khamir dapat bersifat aerobik atau anaerobik tergantung pada kondisinya. Berdasarkan kebutuhan oksigen yang diperlukan dalam aktivitasnya, bakteri diklasifikasikan menjadi empat kelompok yaitu: aerob obligat yaitu tumbuh jika persediaan oksigen banyak, aerob fakultatif yaitu tumbuh jika oksigen cukup juga dapat tumbuh secara anaerob, anaerob obligat yaitu tumbuh jika tidak ada oksigen dan anaerob fakultatif yaitu tumbuh jika tidak ada oksigen juga dapat tumbuh secara aerob (Gaman and Sherrington, 1992). Udara atau oxigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme tertentu.

Lama Fermentasi

Bila suatu sel mikroorganisme diinokulasikan pada media nutrien agar, pertumbuhan yang terlihat mula mula adalah suatu pembesaran ukuran, volume dan berat sel. Bila ukurannya telah mencapai dua kali dari besar sel normal, sel tersebut akan membelah dan menghasilkan dua sel. Sel-sel tersebut kemudian tumbuh dan membelah diri menghasilkan empat sel. Selama kondisi memungkinkan pertumbuhan dan pembelahan sel berlangsung terus sampai sejumlah besar populasi sel terbentuk.

Waktu yang diperlukan di antara masing-masing pembelahan sel berbeda-beda tergantung dari spesies dan kondisi lingkungannya, tetapi umumnya bakteri memerlukan waktu pembelahan sel berkisar antara 10 – 60 menit. Tipe pertumbuhan yang cepat ini disebut pertumbuhan logaritmis atau eksponensial, yaitu saat logaritma jumlah sel terhadap waktu dalam grafik akan menunjukkan garis lurus. Tetapi pada kenyataannya tipe pertumbuhan eksponensial ini tidak langsung terjadi pada saat sel dipindahkan ke medium pertumbuhan. dan tidak terjadi secara terus menerus (Rachman, 1989).

JENIS JENIS PRODUK SUSU FERMENTASI Yogurt

Yoghurt merupakan bahan pangan yang berasal dari susu sapi dengan bentuk seperti bubur atau es krim yang dibuat dengan penambahan bakteri Lactobacillus bulgaricus dan Streptococcus thermophilus. Proses fermentasi bakteri asam laktat akan memecah beberapa komponen susu, diantaranya laktosa sebagian akan diubah menjadi asam laktat, sementara senyawa-senyawa protein mengalami peptonasi sehingga diperbaiki daya cernanya. Orang yang mengalami laktose intolerance dapat mengkonsumsi produk fermentasi ini tanpa adanya gejala yang akan ditimbulkan, karena kedua bakteri Lactobacillus bulgaricus dan Streptococcus thermophilus merombak sebagian besar laktosa dalam yoghurt. Susu menyehatkan pencernaan, menurunkan fermentasi ini kolesterol dan memperbaiki kondisi tubuh. Selain itu yoghurt kaya akan protein, beberapa vitamin B, dan mineral yang penting. Yoghurt memiliki lemak sebanyak susu yang digunakan. Dilihat dari komposisi zat gizinya, yoghurt sangat tinggi kalsium dan zat besi, zat yang baik untuk mencegah keropos tulang.

Berdasarkan flavournya, yoghurt dibedakan menjadi natural yoghurt dan flavour yohghurt. Natural yoghurt atau plain yoghurt adalah yoghurt yang tidak mendapatkan tambahan flavour apapun sehingga rasa asamnya sangat pekat. Jenis yoghurt ini sangat baik untuk dikonsumsi bagi yang sedang diet. Adapun flavour yoghurt adalah yoghurt yang ditambahkan flavour tertentu sehingga rasanya tidak seasam natural yoghurt. Yoghurt mempunyai rasa asam yang sedang dengan konsistensi dari gel kental dengan cita rasa almon. Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* secara alami terdapat dalam susu atau sengaja ditambahkan sebagai kultur starter sebanyak 2-5% dengan perbandingan 1:1. Suhu fermentasi optimum adalah berkisar

42-45°C selama 3-6 jam hingga keasaman yang dicapai dengan pH 4.4 dan kadar asam tertitrasi mencapai 0.9 – 1.2%. Cita rasa yang enak pada yoghurt adalah hasil kerjasama protokooperasi antara kedua bakteri yoghurt yang dipengaruhi oleh suhu inkubasi dan asam yang dihasilkan. Lactobacillus bulgaricus dan Streptococcus thermophilus saling mendukung dalam menghasilkan asam laktat dan aroma pada yoghurt. Senyawa-senyawa volatil dalam jumlah kecil yang dihasilkan selain asam laktat meliputi asam asetat, diasetil dan asetaldehida dihasilkan oleh Lactobacillus bulgaricus.

Kualitas voghurt ditentukan oleh aktifitas starter yang digunakan, dimana kerja starter ini menghasilkan asam laktat dan asetaldehid yang dapat memberikan cita rasa dan karakteristik pada yoghurt. Karakteristik yoghurt ditentukan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya starter yang digunakan, suhu inkubasi, penanganan setelah inkubasi, penggunaan padatan, penstabil, konsentrasi bahan konsentrasi pemanis dan penambahan rasa. Isolat yang digunakan umumnya dalam bentuk kering atau beku yang memiliki ketahanan sampai beberapa tahun, atau bisa juga dalam bentuk cair, misalnya dengan menggunakan medium susu yang juga dipakai sebagai substrat dalam pembuatan yoghurt.

Bahan tambahan yang umum digunakan pembuatan yoghurt antara lain pemanis, stabilizer, dan flavor sintetik atau buah-buahan sebagai flavor. Pemanis yang umum digunakan adalah sukrosa. Jumlah laktosa dalam yoghurt ikut menentukan tingginya asam laktat dan flavor diproduksi oleh isolat. Umumnya gula yang ditambahkan sekitar 5-7%. Stabilizer yang digunakan dan ditambahkan ke dalam yoghurt berfungsi sebagai pelembut tekstur, membentuk struktur gel, dan mengurangi keluarnya cairan pada yoghurt sehingga yoghurt lebih tahan lama. Stabilizer yang umum digunakan adalah CMC, alginate, keragenan, dan gelatin dengan konsentrasi 0,5 sampai 0,7%. Penggunaan flavor sintetik dan buah-buahan dapat disertai dengan penambahan pewarna sintetik yang aman dan khusus untuk makanan. Buah-buahan yang ditambahkan biasanya sekitar 15-20% dari total produk tergantung selera konsumen.

Berdasarkan Standardisasi Nasional Indonesia (2009) yoghurt dengan kualitas baik memiliki total asam laktat sekitar 0.5–2.0%. Semakin meningkat dan berkembangnya peranan jaminan mutu atau standarisasi mutu yoghurt di masyarakat internasional, maka penerapan standardisasi semakin dituntut untuk melaksanakan standar mutu ISO 9001:2000 sehingga mampu bersaing di pasar internasional.

Yakult

Yakult merupakan susu fermentasi yang biasanya dibuat dengan cara memfermentasi campuran susu bubuk skim dan glukosa menggunakan bakteri Lactobacillus caseia Shirota strain, bakteri unggul hasil seleksi dan temuan Dr. Minoru Shirota yang diteruskan sampai saat ini oleh Yakult Central Institute for Microbiological Research. Yakult harus selalu disimpan pada suhu kurang dari 10°C karena pada kondisi tersebut bakteri Yakult tidak aktif sehingga kualitas Yakult dapat dipertahankan terjaga. Penyimpanan pada suhu diatas 10°C akan mengakibatkan turunnya kualitas karena bakteri Yakult aktif, menghasilkan asam laktat yang menyebabkan Yakult menjadi asam dan jumlah bakteri hidupnya akan menurun. Yakult tidak memakai bahan pengawet tetapi dapat bertahan sejak pembuatannya sampai dengan tanggal kadaluwarsanya, karena asam laktat yang dihasilkan secara alami selama proses fermentasi dapat memperpanjang umur simpannya. Warna khas Yakult didapatkan secara alami dari pemanasan campuran susu bubuk skim dan glukosa. Ini adalah reaksi antara asam amino dalam susu bubuk skim dan karbonil dalam glukosa yang menyebabkan Yakult berwarna coklat muda. Manfaat Yakult

- 1. Mencegah gangguan pencernaan
- 2. Meningkatkan daya tahan tubuh
- 3. Meningkatkan jumlah bakteri yang berguna di dalam usus
- 4. Mengurangi racun dalam usus
- 5. Membatasi jumlah bakteri yang merugikan dalam usus.

Dengan ke lima manfaat tersebut di atas, banyak sekali penyakit yang hilang dengan sendirinya dengan minum yakult, yang dimulai dengan perbaikan pencernaan dan gizi. Ganguan pencernaan dan gizi ini dapat dikatakan sebagai "sumber" segala penyakit dalam.

Dadih

Dadih merupakan makanan tradisional masyarakat Sumatera Barat yang berasal dari hasil fermentasi alami susu kerbau di dalam tabung bambu oleh mikroorganisme penghasil asam laktat yang terdapat secara alami pada susu kerbau tersebut. Banyak yang berpendapat bahwa mirip dengan yogurt. Perbedaan dadih dengan yoghurt adalah dalam proses pengolahannya. Dadih diolah secara tradisional melalui fermentasi secara alami yang berbahan baku susu kerbau dalam wadah bamboo tanpa menambahkan bakteri asam laktat seperti halnya pada pembuatan yoghurt. Setelah diidentifikasi mikroorganisme yang ditemukan pada dadih adalah dari spesies Lactobacillus acidophilus. Pembuatan dadih sangat sederhana, setelah susu kerbau di perah, disaring dan dituang ke dalam tabung bambu, kemudian ditutup dengan daun pisang dan didiamkan selama dua hari pada suhu kamar.

Penggunaan bambu sebagai wadah tempat penyimpanan susu sangat berpengaruh terhadap mutu dadih. Berdasarkan beberapa hasil penelitian dadih yang dibuat dari bambu buluh dadih bewarna kuning gading dengan tekstur kasar, sedangkan yang menggunakan bambu betung bewarna putih dengan tekstur licin. Selain penggunaan jenis bambu, mutu dadih juga dipengaruhi oleh jenis kerbau, umur dan musim, karena faktor-faktor tersebut akan berdampak pada pertumbuhan mikroorganisme dari susu yang difermentasi.

Selain rasanya yang enak, dadih juga memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap dibandingkan jika mengkonsumsi susunya saja. Kandungan gizi dadih yang disimpan selama 2-3 hari dalam wadah bambu betung, mengandung protein 10,27%, lemak 10,82%, karbohidrat 7,7%, , vitamin C 0,12%, vitamin B kompleks yang merupakan komponen susu sendiri dan vitamin B dan K yang terbentuk selama proses fermentasi. Dadih juga mengandung bakteri probiotik sehingga dengan mengkonsumsi dadih dapat meningkatkan sistim imun pada saluran pencernaan, menurunkan kadar kolesterol darah, dan dapat menekan perkembangan sel tumor.

Di Minangkabau dadih dijadikan makanan yang dapat dikonsumsi langsung dan menjadi pencampur makanan. Tidak hanya itu, dadih dapat diolah menjadi makanan yang tidak kalah enaknya dibandingkan makanan lain, salah satu makanan olahan dari dadih yang paling di minati masyarakat di Sumatera Barat adalah emping dadih. Emping dadih diolah dengan mencampurkan dadih, emping, dan gula merah. Dengan demikian dadih dapat dikonsumsi oleh semua orang tanpa batasan usia.

Kefir

Kefir merupakan produk susu melalui fermentasi. susu yang telah dipasteurisasi dan diinokulasi biji kefir selama waktu tertentu. yang berasa asam, alkoholik, dan karbonat. Kefir berasal dari pegunungan Kaukasus di antara Laut Hitam dan Laut Kaspia, Rusia Barat Daya. Nama lain kefir

diantaranya kippe, kepi, khapov, khephir, dan kiaphir. Jenis susu fermentasi ini telah banyak dikonsumsi di beberapa negara Asia dan Scandinavia. Bahan yang diperlukan dalam pembuatan kefir adalah susu segar dan starter berupa butirbutir kefir.

Biji kefir bentuknya seperti kembang kol, berwarna putih kekuningan dengan diameter sekitar 2-15 mm dan bobot tiap butir hanya beberapa gram saja. Di dalam biji kefir terdapat bakteri asam laktat dan khamir yang tumbuh dan hidup bersimbiosis dalam perbandingan yang seimbang. Bakteri asam laktat yang berbentuk batang akan menempati lapisan perifer (luar) biji, sedangkan ragi/khamir ada di dalam intinya. Biji kefir yang diinokulasikan ke dalam susu akan mengembang dengan diameter yang membesar dan warnanya menjadi kecoklatan karena diselubungi partikel-partikel susu.

Setelah fermentasi selesai, biji kefir dapat dipanen kembali dengan cara disaring dan dapat digunakan kembali sebagai inokulum. Kefir yang dihasilkan juga dapat dijadikan sebagai bulk starter untuk membuat kefir berikutnya dengan menambahkan 3-5% kefir ke dalam susu pasteurisasi. Pengujian aktivasi biji kefir kering sebelum digunakan sebagai starter dapat dilakukan dengan cara merendam biji kefir dalam susu steril selama beberapa jam dengan konsentrasi 10-12% berat/volume pada suhu ruang sampai mengembang. Pengujian ini dilakukan tiga kali seminggu.

Sampai saat ini, biji kefir masih sulit diperoleh di Indonesia karena jumlahnya terbatas dan belum dipasarkan secara komersial. Kelangkaan ini merupakan peluang bagi kita untuk dapat membuat starter berbentuk lain, seperti dalam pembuatan yogurt dengan starter berbentuk cair. Pengenalan kefir sebagai salah satu jenis susu fermentasi yang bermanfaat bagi kesehatan diharapkan dapat menambah khasanah pengetahuan masyarakat tentang pemanfaatan susu. Kefir

memiliki karakter rasa yang eksotis dengan paduan rasa asam, sedikit rasa alkohol dan soda, serta kombinasi gas karbon dioksida-alkohol yang menghasilkan buih, yang menciptakan karakter mendesis pada produk. Hal ini terjadi oleh aktivitas bakteri asam laktat yang berperan menghasilkan asam laktat dan komponen flavor, sedangkan ragi menghasilkan gas asam arang atau karbon dioksida dan sedikit alkohol. Oleh karena itu kefir mempunyai peluang untuk dikembangkan menjadi minuman populer di hidangan kafe atau berkumpulnya para kawula muda. Kefir memang selayaknya dikonsumsi karena alasan kesehatan, sangat bermanfaat bagi penderita lactose intolerant, juga dipercaya oleh sebagian masyarakat dapat menyembuhkan beberapa penyakit metabolisme seperti darah tinggi, asma, diabetes, jenis tumor tertentu, arteriosklerosis, dan makanan sehat bagi anak-anak kecil.

Kadar asam laktat kefir berkisar 0,8-1,1%, alkohol 0,5-2,5%, sedikit gas karbon dioksida, kelompok vitamin B serta diasetil dan asetaldehid. Adapun kandungan nutrisi kefir adalah air 89,5%, lemak 1,5%, protein 3,5%, abu 0,6%, laktosa 4,5% dengan nilai pH 4,6. Komponen dan komposisi ini bervariasi, bergantung pada jenis mikrobia starter, suhu dan lama fermentasi, serta bahan baku yang digunakan. Bahan baku susu yang berkadar lemak tinggi menghasilkan kefir dengan kadar lemak yang tinggi, dan sebaliknya penggunaan susu skim menghasilkan kefir dengan kadar lemak yang rendah. Konsentrasi asam laktat dan alkohol dalam kefir sangat dipengaruhi oleh kadar laktosa susu ,jenis mikrobia starter, dan lama fermentasi.

Selama proses fermentasi terjadi perubahan biokimia dari substrat akibat aktivitas bakteri asam laktat heterofermentasi dan kamir alkoholik. Keasaman kefir (asam laktat) meningkat dari 0,85% menjadi 1,0% dan pH menurun sampai di bawah 3,0. Juga terbentuk karbon dioksida sehingga

produk mempunyai rasa karbonat. Selama fermentasi terbentuk polimer yang terdiri atas unit-unit gula (galaktosa dan glukosa) dalam jumlah sama yang disebut kefiran. Kefiran berjumlah sekitar 25% dari berat kering butiran kefir dan disintesis bersama sel mikroba baru. Selama fermentasi juga terbentuk senyawa asetoin dan diasetil. Kandungan gizi kefir hampir sama dengan gizi susu bahan kefir. Kelebihannya dibandingkan dengan susu segar adalah karena asam yang terbentuk dapat memperpanjang masa simpan, mencegah pertumbuhan mikroorganisme pembusuk sehingga mencegah kerusakan susu, serta mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen sehingga meningkatkan keamanan produk kefir.

Produk fermentasi susu sangat baik bagi penderita lactose-intolerance karena sebagian besar laktosa sudah dipecah oleh bakteri asam laktat sehingga kandungan laktosanya rendah. Selain itu bibit (starter) kefir juga merupakan sumber enzim beta-galaktosidase untuk memecah laktosa dalam susu.

Keju

Keju merupakan hasil fermentasi susu, tetapi dalam proses produksi yang lebih kompleks. Perbedaan bakteri yang berperan menyebabkan waktu fermentasi yang lebih lama dari yogurt. Makanan ini dikenal di seluruh dunia, namun diduga pertama kali dikenal di daerah <u>Timur Tengah</u>. Meskipun tidak dapat dipastikan kapan keju pertama kali ditemukan, namun menurut <u>legenda</u> keju pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh seorang pengembara dari <u>Arab</u>.

Keju dibuat dengan cara menggumpalkan protein susu dengan pertolongan enzim renin, yang dapat diperoleh dalam bentuk renet. Aktivitas enzim menyebabkan terbentuknya gel atau tahu susu. Yang menyebabkan penggumpalan adalah adanya ion kalsium sehingga terjadi endapan kalsium

kasienat. Secara alami kalsium fosfokaseinat tidak dapat diendapkan dengan ion kalsium. Agar mengendap, senyawa tersebut harus dibuat peka atau sensitif terhadap ion kalsium yang dapat mengubah kapakasein menjadi parakasein. Saat penambahan renin suhu susu untuk penggumpalan adalah sangat kritis. Bila suhu susu di bawah 150°C, penggumpalan tidak dapat terjadi. Bila lebih dari 600°C, enzim menjadi tidak aktif. Suhu optimum untuk penggumpalan adalah 400°C. Susu yang akan digumpalkan oleh renin tidak boleh dipanaskan terlalu lama, suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan perubahan disposisi ion kalsium dalam suhu, dan ion kalsium tersebut harus bereaksi dengan protein jika gel atau endapan diinginkan terjadi. Sekali susu pernah mendidih, meskipun telah didinginkan kembali ke suhu optimal, gel yang terjadi sangat lemah.

Keju adalah salah satu jenis produk fermentasi susu yang sering terkontaminasi oleh yeast sebagai mikroflora (secondary microflora) sekunder dan telah memberikan kontribusi yang signifikan pada proses pematangan keju. Keberadaannya pada permukaan (outer surface) dan dalam (inner surface) keju sangat penting. Jumlah populasi yeast pada waktu masih menjadi curd adalah sekitar 103 sel/gr setelah proses pengasaman dengan bakteri asam laktat (BAL) meningkat dengan cepat hingga mencapai 106-107 sel/g selama pemeraman. Kemudian meningkat kembali setelah sempat menurun menjadi akhirnya mencapai 109-1010 sel/g. Figure pertumbuhannya pada bagian luar jumlah populasi lebih tinggi dibanding dengan pada lapisan dalam. Pertumbuhan pada bagian permukaan kebanyakan Saccharomyces yeast: didominasi oleh ienis Kluyveromyces lactis, Debaryomyces hansenii, Hansenula dan Torulopsis yang umumnya adalah jenis yeast yang bersifat aerobic. Adapun pada bagian dalam adalah jenis yeast Candida famata, Torulopsis dan Candida lipolytica yang bersifat mikroaerofilik.

Terdapat lebih dari 20 kelas dan ratusan varietas keju, namun awal prosesnya adalah sama. Keju yang terkenal dengan nama French Rojuefar Cheese dibuat dari susu domba. Keju Norwegia yang disebut Gjetost berasal dari susu kambin, sedangkan keju Italia yang dikenal sebagai Mozzarella berasal dari susu kerbau. Keju dapat dibuat dari berbagai jenis susu, susu utuh, cream, skim dan whey. Meskipun sebagian besar keju dibuat dengan renin, beberapa keju seperti cream cheese dan cottage cheese dibuat dengan menambahkan asam pada susu. Faktor lain yang turut menentukan jenis keju adalah keterlibatan mikroba dan proses pemeraman. Kondisi pemeraman, yaitu suhu, serta waktu pemeraman sangat menentukan jenis dan mutu keju.

Berdasarkan strukturnya ada keju yang empuk, semilunak, keras sampai sangat keras seperti grating cheese. Kekerasan keju erat kaitannya dengan kadar air dan waktu pemeraman. Berbagai jenis keju sering dicampur dengan cairan sehingga menjadi cheese sauce, macaroni and cheese souffle. Semakin tinggi kadar lemak dan airnya, semakin mudah dicampur dengan berbagai cairan. Misalnya, Swiss Fondue, jenis saus keju istimewa yang dibuat dengan melelehkan Grated Swiss Cheese ke dalam white wine yang dipanaskan sampai meleleh. Saus tersebut dimakan bersama French brend.

Keju memiliki hampir semua kandungan nutrisi pada susu, seperti <u>protein</u>, <u>vitamin</u>, <u>mineral</u>, <u>kalsium</u>, dan <u>fosfor</u> namun <u>lemak</u> dan <u>kolesterol</u> dapat menyebabkan masalah kesehatan jika dikonsumsi secara berlebihan. Kandungan lemak dalam keju tergantung pada jenis susu yang digunakan. Keju yang dibuat dengan susu murni atau yang sudah ditambah dengan krim memiliki kandungan lemak, kolesterol dan <u>kalori</u> yang tinggi. Keju sangat bermanfaat karena kaya akan protein, terutama bagi anak kecil karena mereka

membutuhkan protein yang lebih banyak dibandingkan orang dewasa.

TEST HASIL BELAJAR

- 1. Apa yang dimaksud dengan fermentasi?
- 2. Sebutkan jenis-jenis mikroorganisme yang sering digunakan dalam proses fermentasi!
- 3. Sebutkan jenis-jenis bakteri fermentasi yang termasuk dalam golongan Bakteri Asam
- 4. Laktat
- 5. Jelaskan yang dimaksud bakteri homofermentatif dan bakteri heterofermentatif.
- 6. Bagaimana peran Khamir dalam proses fermentasi dan sebutkan jenis Khamir yang
- 7. Sudah umum digunakan dalam produk fermnetasi.
- 8. Sebutkan pula jenis-jenis Kapang yang sering digunakan dalam proses fermentasi pada pangan.
- 9. Jelaskan beberapa keuntungan dan kerugian proses fermentasi.
- 10. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi.
- 11. Jelaskan perbedaan yoghurt dengan dadih.
- 12. Bagaimana proses fermentasi yang terjadi pada pembentukan keju?

DAFTAR PUSTAKA

- Camacho-Ruiz L., N. Pérez-Guerra., R.P. Roses. 2003. Factors affecting the growth of Saccharomyces cerevisiae in batch culture and in solid state fermentation. *Electron J Environ Agric Food Chem* 2(5): 531-542.
- Castle, M.E. and P. Watkins. 1979. Modern Milk Production. Faber and Faber Ltd. Plymouth.
- Eckles, C.H., W.B. Comes and H. Macy. 1984. Milk and Milk Products. Prepared for The
 - Use of Agriculture College students. Tata Mc. Graw Hill Publishing Company Ltd. Bombay. New Delhi.
- FAO Regional Dairy Development and Training Centre For Asia and Pasific.1977.Milk Processing. Dairy Training and research Institute University of Phillippine
- FAO Regional Dairy Development and Training Centre For Asia and Pasific. 1977. Milk Product Manufacture. Dairy Training and Research Institute University of Phillippine.
- Frazier, W.C. and D.C. Westhoff. 2002. Food Microbiology. Tata Mc Graw Hill Publ. Co. New Delhi.
- Harper, W.C., C.W. Hall. 1990. Dairy Technology and Engineering. The AVI Publ. Co Westort. Connecticut.
- Ikram-ul-Haq, Baig MA, Ali S. 2005. Effect of cultivation conditions on invertase production by hyperproducing Saccharomyces cerevisiae isolates. World J Microbiol Biotechnol 21:487–492

- Logan , P. 2006. Titik Mengatrol Kuantitas dan Kualitas Susu. Agrina-Inspirasi Agribisnis Indonesia. Vol.1 No. 24. Maret – April 2006. Hal. 6
- Madigan, M.T, J.M. Martinko. 2006. Brock: Biology of Microorganism. Pearson Education International. Page. 375-377
- Naim, R. 2008. Protein Anti Mikroba Dalam Susu (Laktoperoksidase). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Nur, H.S 2005. Pembentukan Asam Organik Oleh Isolat Bakteri Asam Laktat Pada Media Ekstrak Daging Buah Durian (Durio zibethinus Murr.. *Bioscientiae* **2** (1): 15–24.
- Pelczar, M.J. and E.C.S. Chan. 2001. Elemen of Microbiology. Mc Graw Hill Company. New Delhi.
- Priestley, R.J. 1984. Effect of Heating on Foodstuffs. Applied Science Publishes Ltd.nLondon.
- Rahman . A, F. Srikandi , P.R. Winiati, Suliantari; C.C. Nurwitri. 1988. Teknologi Fermentasi Susu. Laboratorium Mikrobiologi Pangan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Salminen, S., Atte von Wright, A. Ouwehand. 2004. Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects, Fourth Edition. CRC Press.
- Sanchez, P.C. 2009. *Philippine Fermented Food: Principles and Technology*. University of Hawaii Press..Page.219-220
- Supardi, I. dan Sukamto. 1999. Mikrobiologi Dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan. Penerbit Alumni. Bandung.

- Yan, S. 2006. Pemasaran Susu Perlu Pola Baru. Agrina-Inspirasi Agribisnis Indonesia. Vol.1 No. 24. Maret – April 2006. Hal. 6
- Taylor, S. 2004. Advances in Food and Nutrition Research, Vol. 50. Academic Press
- Walstra, P and R. Jennes. 1984. Dairy Chemistry and Physics. John Willey & Sons. New York.
- Walstra, P., T. Jan., M. Wouters, T. J. Geurts. 2005.. Dairy Science and Technology, Second Edition. CRC Press
- Warner, J.N. 1976. Principle of Dairy Processing. Willey Eastern Limited. New Delhi.

.