

**SUSU SEBAGAI BAHAN PANGAN
KIMIA, MIKROBIOLOGI, MANFAAT,
PENANGANAN SUSU DAN LIMBAH**



OLEH :

Ida Ayu Okarini

Ni Pande Made Suartiningsih

**PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS UDAYANA
DENPASAR
2017**

KATA PENGANTAR

Puji syukur dihadapan Tuhan Yang Maha Kuasa atas karuniaNya, pada kesempatan ini dapat diselesaikan bagian dari materi mata kuliah wajib Ilmu Ternak Perah bagi mahasiswa semester V dan semester VII pada mata kuliah Teknologi Hasil Ternak Susu di Program Studi Peternakan dan mata kuliah Teknologi Pasca Panen Hasil Ternak (Susu) Program Pasca Sarjana, Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Materi ini disampaikan dalam empat kali pertemuan/ tatap muka saat kuliah dan lebih awal sebelum mahasiswa melakukan praktikum pemeriksaan susu dan pengawetan produk olahan susu. Untuk memudahkan informasi ini diperoleh secara cepat bagi yang memerlukan, maka informasi ini didokumentasikan di Perpustakaan Pusat Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran.

Semoga bermanfaat bagi para pembaca terkait dengan informasi kualitas susu sebagai bahan pangan sampai pada tingkat keamanan bagi konsumen maupun produsen. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih, bila para pembaca memberikan masukan sebagai acuan untuk kelengkapan materi kuliah tentang susu sebagai bahan pangan.

Denpasar, 25 Juli 2017

Penyusun

Ida Ayu Okarini

Ni Pande Made Suartiningssi

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi.....	iii
Pendahuluan	1
Tinjauan Pustaka	3
2.1 Nilai Gizi Susu Sapi, Kambing, Kuda	3
2.2 Fisiko-Kimia Susu	7
2.3 Peptida Bioaktif Pada Susu	8
2.4 Kualitas Mikrobiologi Susu.....	10
2.5 Manfaat Susu	17
2.6 Penanganan, Pengawetan dan Pengolahan Susu	21
2.7 Limbah Susu.....	30
Simpulan	36
Tanya Jawab Penanganan Susu.....	37
Daftar Pustaka	44

PENDAHULUAN

Pangan hewani mengandung berbagai komponen nutrisi yang mendekati kesempurnaan untuk keperluan gizi manusia. Salah satunya, pangan asal hewan yang memiliki kandungan gizi tersebut adalah susu. Susu merupakan cairan yang berasal dari hasil pemerahan hewan menyusui yang sehat dan bersih dari ternak perah menyusui, seperti sapi perah, kambing perah, kuda, bahkan kerbau, dan kandungan dari susu tersebut tidak dikurangi atau ditambah bahan-bahan lain.

Susu merupakan bahan makanan yang dianggap sempurna karena kandungan zat-zat esensial bagi tubuh, yaitu protein, karbohidrat, lemak, mineral, vitamin dan senyawa bioaktif. Zat-zat esensial tersebut dapat dicerna dan diserap secara sempurna oleh tubuh, 98% dari protein, 99% dari lemak, demikian pula laktosa dapat juga dicerna (Muchidin, 1993). Susu sangat mudah rusak dan tidak tahan lama di simpan kecuali telah mengalami perlakuan khusus. Susu secara fisik terlihat seperti koloid kental dan berwarna putih atau kuning pekat, namun bila dalam suatu lapisan yang tipis pada permukaan akan nampak transparan. Pemisahan lemak susu menyebabkan warna susu terlihat kebiruan. Susu segar yang dibiarkan pada suhu ruangan selama beberapa waktu, menyebabkan lemak susu menggumpal di permukaan, kemudian bakteri perusak susu yang ada di lingkungan (udara), akan mengkontaminasi susu dan berkembang biak dengan cepat pada susu tersebut. Bakteri akan mengubah gula susu / laktosa menjadi asam yang mengakibatkan perubahan rasa susu menjadi asam, selanjutnya susu yang demikian dianggap sudah rusak. Kontaminasi silang bakteri pada susu dapat berasal dari ternak, udara, lingkungan, manusia yang bertugas, atau peralatan yang digunakan.

Susu dapat terkontaminasi oleh mikroorganisme penyebab penyakit menular seperti *tuberculosis*, *difteri*, dan *tifus* pada manusia. Oleh karena itu, susu perlu penanganan secara baik dan memenuhi syarat-syarat kualitas dari pemerintah. Dalam melindungi konsumen susu, pemerintah dalam hal ini Dinas Peternakan, selalu mengadakan pengawasan terhadap peredaran susu, dan kesehatan ternak perah, petugas yang terlibat pada penanganan susu segar bahkan sampai ke rantai pemasaran, pengolahan, transportasi/ pengantaran dan juga pengawasan bahan pakan ternak. Oleh karena itu penting untuk mengetahui

karakteristik fisikokimia, mikrobiologi yang sangat mempengaruhi kualitas/ mutu susu, dan penanganan limbah susu.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah yaitu:

- a. Bagaimana sifat fisiko-kimia susu sapi, susu kambing, dan susu kuda Sumbawa mempengaruhi kualitas susu ?
- b. Bagaimana kualitas mikrobiologis susu ?
- c. Bagaimana penanganan dan persyaratan mutu limbah susu?

Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan makalah ini yaitu:

- a. Untuk mengetahui sifat fisiko-kimia susu sapi, susu kambing, dan susu kuda yang mempengaruhi kualitas susu.
- b. Untuk mengetahui kualitas mikrobiologis susu.
- c. Untuk mengetahui penanganan dan persyaratan mutu limbah susu.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nilai Gizi Susu Sapi, Kambing, Kuda

Susu hewan/ ternak didefinisikan sebagai air susu yang diperoleh dari hasil sekresi normal kelenjar susu pada hewan sehat secara teratur dan tidak dikurangi atau ditambahkan suatu apapun. Susu untuk konsumsi manusia pada umumnya berasal dari susu sapi, walaupun pada daerah tertentu juga mengkonsumsi susu kambing dan susu kuda. Susu merupakan cairan berbentuk koloid agak kental yang berwarna putih sampai kuning, tergantung pada jenis hewan, pakan dan jumlah susu. Apabila volume yang agak besar, susu tampak sebagai cairan berwarna putih atau kuning kompak (*opaque*), namun bila dalam suatu lapisan yang tipis (volume yang sedikit) akan tampak transparan. Pemisahan lemak susu menyebabkan warnanya menjadi agak kebiruan. Sifat susu yang perlu diketahui adalah bahwa susu merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikrobia. Air susu selama didalam ambing atau kelenjar air susu dinyatakan steril, akan tetapi setelah berhubungan dengan udara air susu tersebut patut dicurigai sebagai sumber penyakit bagi ternak dan manusia. Penanganan yang kurang memenuhi syarat kesehatan akan dapat menimbulkan penyakit yang berbahaya (“*zoonosis*”). Disamping itu susu sangat mudah sekali menjadi rusak terutama karena suhu/temperatur penyimpanan, susu mudah mengalami perubahan fisiko-kimia dan mikrobiologis serta sifat sensoris.

Susu sapi merupakan suatu emulsi lemak di dalam air yang mengandung gula, garam-garam, mineral dan protein dalam bentuk koloid (Buckle *et al*, 1987). Air dalam susu berfungsi sebagai pelarut dan membentuk emulsi, suspensi koloidal. Komposisi susu sapi terdiri atas air, lemak, dan bahan kering tanpa lemak. Bahan kering tanpa lemak terdiri atas protein, laktosa, mineral, asam, enzim, dan vitamin. Faktor lain yang mempengaruhi komposisi susu seperti geografis, musim, dan status nutrisi ternak. Komposisi susu sapi, antara lain 3,6% lemak, 3,2% protein, 4,7%, laktosa, 0,8% bahan mineral (Winarno, 2007).

Dalam berbagai spesies komposisi susu tergantung pada berbagai faktor antara lain; bangsa, masa laktasi, pakan, dan frekuensi pemerahan. Sehingga sangat sulit dalam menentukan komposisi susu normal (Darmajati, 2008). Menurut Girisonta (1995), susunan zat gizi air susu adalah sebagai berikut : air :

87,7%, lemak : 3,45%, protein : 3,2% (terdiri dari kasein : 2,7% dan albumin : 0,5%), laktosa : 4,6%, mineral : 0,85%, vitamin-vitamin.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Susu Kambing dan Susu Sapi (Nio, 1998).

Tabel 2. Kandungan Nutrisi (%) Susu Kambing dan Susu Sapi (Johnson, 1974).

Spesies	Air	Lemak	Protein	Laktose	Abu
Sapi	87,6	3,8	3,3	4,7	0,6
Kambing	87	4,5	3,3	4,6	0,6

Sedangkan berdasarkan hasil penelitian Yuniati dan Sahara (2012), susu kuda liar

mengandung protein sebanyak 1,92g% dan lemak 1,58 g% dan mengandung

Jenis	Energy		Air (g)	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)	Mineral (g)	Kalsium (mg)	Fosfor (mg)	Besi (mg)
	Kal	KJ								
Susu sapi	62	261	88.3	3.2	3.5	4.3	0.7	143	60	1.7
Susu kambing	64	273	85.9	4.3	2.3	6.6	0.9	98	78	2.7

berbagai asam lemak seperti kaprat (41 mg/100 g), laurat (51 mg/100 g), miristat (60 mg/100 g), palmitat (186 mg/100g), oleat (123 mg/100g), linoleat (125 mg/100g), dan linolenat (139 mg/100g). Lebih lanjut dinyatakan bahwa kandungan asam amino pada susu kuda terdeteksi sebanyak 11 jenis asam amino (esensial dan non esensial). Secara keseluruhan kandungan asam amino esensial treonin dan lisin pada susu kuda murni yaitu 0,24 mg/100 g dan 0,21 mg/100g. Sedangkan komposisi asam amino esensial metionin, histidin, dan arginin yaitu 0,09 mg/100 g, 8,60 mg/100 g, dan 21,06 mg/100 g. Pada uji komponen bioaktif protein susu kuda mengandung berat molekul rendah yaitu antara 14.400 kd (lisosim) dan 21.000 kd (inhibitor tripsin).

Tabel 3. Perbandingan Kandungan Nutrisi Susu Sapi, Kambing dan ASI

Perbandingan Kandungan Nutrisi Susu Sapi, Kambing dan ASI			
KANDUNGAN NUTRISI	SAPI	KAMBING	ASI
lemak %	3,8	3,6	4,0
padatan bukan lemak %	8,9	9,0	8,9
laktosa %	4,1	4,7	6,9
nitrogen %	3,4	3,2	1,2
protein %	3,0	3,0	1,1
kasein %	2,4	2,6	0,4
kalsium %	0,19	0,18	0,04
fosfor %	0,27	0,23	0,06
klorida %	0,15	0,10	0,06
besi (P/100,000)	0,07	0,08	0,2
vitamin A (i.u. / g lemak)	39,0	21,0	32,0
vitamin B (ug/100 m)	68,0	45,0	17,0
riboflavin (ug/100ml)	210,0	159,0	26,0
vitamin C (mg asc a/100ml)	2,0	2,0	3,0
vitamin D (i.u. / g lemak)	0,3	0,7	0,07
kalori / 100 ml	70,0	69,0	68,0

Susu kambing adalah minuman kaya gizi. Bahkan, kandungan gizinya tidak kalah dengan susu sapi. Selain itu, keluhan-keluhan kesehatan yang sering dijumpai akibat mengkonsumsi susu sapi tidak ditemui pada orang yang mengkonsumsi susu kambing. Oleh karenanya, susu kambing bisa menjadi alternatif bagi konsumen yang alergi terhadap susu sapi (Susanto dan Budiana, 2005). Di Timur Tengah, susu kambing lebih populer dibandingkan susu sapi. Salah satu bahan baku beberapa jenis makanan dan minuman, seperti puding dan yoghurt, yaitu susu kambing. Di Indonesia, susu kambing belum banyak dikonsumsi. Hal ini disebabkan oleh minimnya pengetahuan tentang manfaat susu kambing. Selain itu, populasi kambing perah juga masih terbatas (Susanto dan Budiana, 2005). Susu kambing merupakan cairan putih yang dihasilkan oleh ambing kambing (kelenjar mammae). Susu yang diproduksi oleh kambing setelah melahirkan atau disebut masa laktasi sekitar 7 bulan (Susanto dan Budiana, 2005). Salah satu kelebihan susu kambing adalah kandungan gizinya relatif lebih lengkap dan tinggi.

Susu kuda liar ini merupakan hasil pemerahan kuda yang dilepas di padang rumput pulau Sumbawa Provinsi Nusa Tenggara Barat, khususnya kabupaten Bima, Dompu dan Sumbawa. Susu tersebut dijual dengan nama susu “Kuda Liar”. Para pengumpul mengirim langsung susu tanpa pengolahan dalam wadah jerigen kepada perusahaan pengemas antara lain di Bandung, Sukabumi, Jakarta dan Bogor. Susu dalam kemasan kemudian dijual melalui apotik, toko obat dan radio swasta di beberapa kota di Indonesia. Pengalaman di lapangan menunjukkan bahwa susu kuda sumbawa yang disimpan pada suhu kamar sampai beberapa bulan ternyata tidak busuk dan hanya terjadi fermentasi, padahal susu hewan lain pada suhu kamar dalam waktu 24 jam sudah rusak dan tidak dapat di konsumsi lagi (Anonim, 2004).

Sebelumnya peredaran susu kuda liar asal Sumbawa sempat dilarang oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) karena belum diuji coba secara klinis. Namun kini terbantahkan berkat hasil penelitian yang berjudul “Kajian Aktivitas dan Karakterisasi Senyawa Antimikroba dari Susu Kuda Sumbawa.” Susu kuda liar mempunyai keistimewaan yaitu tidak mengalami penggumpalan dan kerusakan, meskipun tanpa dipasteurisasi dan tanpa diberi bahan pengawet apapun, serta tahan disimpan pada suhu kamar sampai 5 bulan. Sifat ini memberi petunjuk bahwa dalam susu kuda sumbawa terkandung zat yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri yang diduga senyawa antimikroba alami.

Susu kuda juga merupakan sumber lemak, vitamin dan mineral. Kandungan gizinya yang mendekati air susu ibu (ASI), susu cocok untuk bayi karena kadar kaseinnya lebih rendah dibanding susu sapi. Kandungan kasein yang tinggi, membuat susu mudah menggumpal dalam perut bayi sehingga lebih sulit dicerna. Kandungan protein dalam air susu kuda digunakan sebagai alternatif tambahan air susu ibu (ASI) bagi bayi dalam masa pertumbuhan dan untuk kecerdasan otak. Rantai protein pada susu kuda sumbawa lebih pendek dibandingkan dengan yang ada pada susu sapi, hal ini memudahkan untuk dicerna dalam saluran pencernaan bayi. Secara umum, kandungan protein pada susu sapi sebanyak 17,35% dan pada susu kuda 17,52% (Anonim, 2009).

2.2 Fisiko-Kimia Susu

Warna air susu dapat berubah dari satu warna ke warna yang lain, tergantung dari bangsa ternak, jenis pakan, jumlah lemak, bahan padatan dan bahan pembentuk warna. Warna air susu berkisar dari putih kebiruan hingga kuning keemasan. Warna putih dari susu merupakan hasil dispersi dari refleksi cahaya oleh globula lemak dan partikel koloidal dari kasein dan kalsium fosfat. Warna kuning susu dikarenakan kandungan lemak dan karoten yang dapat larut. Bila lemak diambil/ dipisahkan dari susu maka susu akan menunjukkan warna kebiruan. Susu memiliki warna putih kebiru-biruan sampai dengan kecoklatan. Selain itu, jenis sapi dan jenis makannya dapat mempengaruhi warna susu (Buckle, 1987). Warna putih pada susu akibat penyebaran butiran-butiran lemak, kalsium kaseinat, dan kalsium fosfat pada susu. Warna kuning pada susu disebabkan terlarutnya vitamin A, kolesterol, dan pigmen karoten dalam globula lemak (Winarno, 2007).

Rasa dan bau air susu terkait erat dalam menentukan kualitas air susu. Air susu terasa sedikit manis, yang disebabkan oleh laktosa, sedangkan rasa asin berasal dari klorida, sitrat dan garam-garam mineral lainnya. Bau air susu mudah berubah dari bau yang sedap menjadi bau yang tidak sedap. Bau ini dipengaruhi oleh sifat lemak air susu yang mudah menyerap bau disekitarnya. Demikian juga bahan pakan ternak sapi dapat merubah bau air susu. Air susu memiliki sedikit rasa manis yang disebabkan oleh laktosa. Selain rasa manis, rasa asin juga terkadang pada susu karena kandungan klorida, sitrat dan garam-garam mineral lainnya (Buckle *et al.*, 1987). Rasa gurih pada susu disebabkan oleh komponen lemak dan protein dalam susu. *Flavour* pada susu sangat ditentukan oleh lemak susu. Lemak susu dalam bentuk butir-butir disebut globula, yang berada dalam fase dispersi. Masing-masing butir lemak dikelilingi oleh selaput protein yang sangat tipis atau serum susu yang terkumpul pada permukaan akibat adsorpsi (Muchtadi, 1992). Buckle *et al.*, (1987) menyatakan bahwa cita rasa yang kurang normal mudah sekali berkembang di dalam susu dan hal ini dapat terjadi sebagai akibat dari:

- a. Faktor fisiologis seperti cita rasa pakan sapi misalnya alfalfa, bawang merah, bawang putih, dan cita rasa algae yang akan masuk ke dalam susu jika bahan-bahan itu mencemari pakan dan air minum sapi.
- b. Aktivitas enzim lipase yang menghasilkan cita rasa tengik.
- c. Proses kimiawi, yang disebabkan oleh oksidasi lemak.
- d. Pencemaran dan pertumbuhan bakteri yang menyebabkan peragian laktosa menjadi asam laktat dan hasil samping metabolik lainnya yang mudah menguap.
- e. Mekanis, bila susu mungkin menyerap cita rasa cat yang ada disekitarnya, sabun dan dari larutan khlor.

2.3 Peptida Bioaktif Pada Susu

Susu ternak terdapat sekitar 80% kasein dan 20% whey. Protein whey yang utama adalah *beta lactoglobulin* dan *alpha lactoglobulin* (80-70% dari protein whey). Sedangkan protein dengan jumlah lebih sedikit yang ada adalah immunoglobulin IgG, glicomacropetida, bovine serum albumin, dan peptida minor seperti *lactoferrin*, *lactoperoxidase* dan *lysozyme*, yang masing-masing mempunyai fungsi biologis yang unik. Peptida bioaktif sering mendapat perhatian dari perusahaan adalah lactoferrin dan lactoperoxidase yang berasal dari whey susu sapi, umumnya kurang dari 1 % yang bersifat dapat mencegah berbagai penyakit, meningkatkan kekebalan dan kesehatan. Laktoferin terdapat sebesar 0.5% atau kurang dari protein whey susu sapi (pada air susu manusia terdapat hingga 15% laktoferin). Beberapa protein yang dapat dicerna menjadi peptida-peptida yang dapat diserap dan mempunyai fungsi/aktivitas tertentu disebut peptida bioaktif. Karena adanya biopeptida tersebut, protein whey bersifat antimikrobia, meningkatkan immunitas dan bersifat sebagai antioksidan.

Cara kerja beberapa biopeptida.

- a. Laktoferin

Laktoferin bersifat mengikat besi sangat kuat. Besi adalah nutrient esensial untuk pertumbuhan mikroba, khususnya pertumbuhan bakteri patogen. Lactoferrin juga menghambat adsorbs dan atau penetrasi bakteri dan virus pada dinding pencernaan.

b. Laktoperoxydase

Laktoperoxydase dapat mengaktifkan atau membunuh mikroba melalui aktivitas enzimatis dengan memproduksi sejenis oksigen reaktif.

c. Immunoglobulin

Immunoglobulin berperan dalam immunitas pasif. Laktofeerin dan immunoglobulin pada protein whey lebih tahan terhadap degradasi proteolitik daripada protein lain.

Laktoferrin

Menurut penelitian, laktoferrin bersifat :

a. Antivirus

Laktoferrin diketahui dapat secara langsung maupun tidak langsung dapat menghambat beberapa virus yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Laktoferrin secara langsung menghambat virus dengan mengikat sisi reseptor virus, kemudian mencegah infeksi virus terhadap sel sehat.

b. Antimikrobia

Laktoferrin berperan sebagai protein pengikat besi. Secara langsung, Laktoferrin dapat meningkatkan kesehatan dengan mendegradasi bakteri pada pencernaan, menghambat bakteri patogen dengan jangkauan yang luas dan membunuh mikroba lain. Mekanisme kemampuan Laktoferrin mengikat besi seperti diketahui mempunyai afinitas yang ekstrim tinggi terhadap metal. Banyak bakteri patogen memerlukan suplai besi bebas untuk berkembang biak. Dengan adanya Laktoferrin, bakteri patogen dihambat dan dibunuh dengan kuat.

c. Antikanker

Laktoferrin potensial sebagai zat pelawan kanker yang non toksik. Penelitian secara in vitro (dalam tabung) dan in vivo dengan hewan menunjukkan Laktoferrin sebagai anti kanker yang kuat.

d. Antioksidan

Laktoferrin mengikat besi bebas, membantu mencegah besi yang tidak terkontrol yang bersifat sebagai radikal bebas, untuk melindungi sel dari peroksidasi.

2.4 Kualitas Mikrobiologi Susu

Air susu merupakan minuman yang baik bagi manusia, akan tetapi juga baik bagi mikroba. Protein, lemak, dan gula yang terdapat pada air susu merupakan substrat yang baik bagi pertumbuhan bakteri patogen maupun saprofit. Air susu yang masih di dalam kelenjar susu dapat dikatakan steril, tetapi setelah keluar dari kelenjar susu dapat terjadi kontaminasi. Kontaminasi tersebut dapat berasal dari ternak, lingkungan kandang, udara, alat yang digunakan untuk pemerahan maupun menyimpan susu dan dari orang yang melakukan pemerahan. Berikut ini jenis-jenis bakteri sebagai penyebab kontaminasi pada susu yaitu:

1. Bakteri *Escherichia coli* dan Coliform

Bakteri Coliform merupakan bakteri indikator adanya polusi kotoran dan kondisi sanitasi yang kurang baik pada air. Bakteri Coliform dibedakan atas dua kelompok, yaitu fecal atau nonfecal. Bakteri Coliform fecal misalnya *Escherichia coli* merupakan bakteri yang banyak ditemukan di kotoran hewan berdarah panas dan manusia. Coliform non fecal misalnya *Enterobacter aerogenes*, biasanya ditemukan pada hewan atau tanaman yang telah mati (Fardiaz, 1993).

Escherichia coli adalah bakteri gram negatif, motil dan nonmotil, bentuk batang, fakultatif anaerobik dan termasuk dalam familia *Enterobacteriaceae* yang tidak membentuk spora. Bakteri Coliform terutama *Escherichia coli* bertanggung jawab terhadap aspek kesehatan masyarakat yang penting dibidang kedokteran veteriner dan manusia. Beberapa diantaranya dapat bertindak sebagai penyebab penyakit diare pada hewan ternak. *Escherichia coli* dapat berada di susu apabila sebelum proses pemerahan tidak dilakukan sanitasi yang baik.

Bakteri *Coliform* adalah mikroorganisme yang berbentuk batang (*rod*) dan memiliki gram negatif. Coliform memiliki sifat fakultatif anaerob. Artinya bakteri ini normalnya dalam pernafasan aerobik memproduksi ATP (*Adenosine Triphosphate*, sebuah monomer yang berfungsi sebagai media transportasi energi kimia antar sel dalam makhluk hidup) apabila dalam lingkungannya tersedia oksigen. Apabila oksigen tidak tersedia, organisme ini dapat berubah menjadi memproduksi asam laktat dan alkohol atau yang dikenal dengan nama fermentasi. Coliform aktif tumbuh pada suhu sekitar 37°C. Organisme ini dapat menyebabkan pembusukan yang cepat pada susu karena mampu melakukan fermentasi pada

laktosa pada suhu sekitar 35° C dan sekaligus juga memproduksi asam dan gas. Selain itu mereka juga mampu mendegradasi protein pada susu.

2. Bakteri *Staphylococcus*

Staphylococcus aureus adalah bakteri gram positif yang berbentuk bulat dengan diameter 0,8 - 1 µm, termasuk gram positif dengan susunan khas menggerombol tidak teratur menyerupai buah anggur, dapat juga tersusun empat-empat (tetrad) (Abbas dan Nurwantoro, 1997). Bakteri ini non motil, tidak membentuk spora dan dapat tumbuh diberbagai media dalam kondisi aerob dan fakultatif anaerob. *Staphylococcus aureus* dapat memfermentasi karbohidrat dengan lambat, menghasilkan asam laktat, tidak menghasilkan gas tumbuh paling cepat pada suhu 37⁰ C, tetapi paling baik membentuk pigmen pada suhu kamar (20⁰C). Koloni pada bentuk padat berbentuk bulat, halus, menonjol dan berkilauan membentuk berbagai pigmen. *Staphylococcus aureus* menghasilkan enterotoksin yang dalam jumlah tertentu (kira-kira 10⁴ sel) dan dapat meracuni tubuh yang menyebabkan gastroenteritis atau radang mukosa tubuh (Abbas dan Nurwantoro, 1997). Kehadiran *Staphylococcus aureus* dalam jumlah kecil pada makanan tidak menimbulkan masalah, karena bersifat alami misalnya pada unggas dan pada beberapa daging yang merupakan komponen dari mikroflora kulit. *Staphylococcus* dapat menyebabkan penyakit dengan kemampuannya dalam jaringan yang menimbulkan abses, dengan memproduksi enzim ekstraseluler atau enterotoksin dan menyerang pertahanan inang.

3. *Pseudomonas*

Pseudomonas adalah bakteri aerob tetapi dapat mempergunakan nitrat dan arginin sebagai elektron dan tumbuh sebagai anaerob yang berbentuk batang, gram negatif, bergerak dengan flagel polar berjumlah satu atau lebih, ukuran 0,8-1,2µm. Beberapa galur memproduksi pigmen larut air, tumbuh baik pada 37°C-42°C. Dalam Vollk dan Wheeler (1993) Bakteri *Pseudomonas* biasanya terdapat dalam air susu mentah yang belum dipasteurisasi. Selain itu juga sebagai sumber kontaminasi pada puting susu secara langsung oleh manusia.

4. Bakteri *Serratia marcescens*

Serratia marcescens adalah suatu jenis bakteri gram negatif dari famili *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini berbentuk basil (bulat lonjong) dan beberapa

galur membentuk kapsul, termasuk organisme yang bergerak dengan cepat (motil) karena mempunyai flagela peritrik, dapat tumbuh dalam kisaran suhu 50-40⁰ C dan dalam kisaran pH antara 5-9. Pada suhu kamar, bakteri patogen ini menghasilkan zat warna (pigmen) merah. Bakteri ini jenis fakultatif anaerobik yang tidak terlalu membutuhkan oksigen. Pada orang dewasa, *Serratia marcescens* terlibat dalam infeksi pada saluran kencing, saluran pernapasan (pneumonia), infeksi mata, meningitis, dan infeksi pada kulit yang terluka. Sedangkan pada anak-anak, *Serratia marcescens* menginfeksi saluran pencernaan. Pada ternak bakteri ini dapat menyerang ambing dan menyebabkan mastitis. Susu yang tercemar bakteri ini biasanya berwarna merah dan bisa memicu infeksi pada saluran pencernaan, kencing dan pernapasan.

5. Bakteri *Leuconostoc*

Leuconostoc mesenteroides merupakan bakteri gram positif, filum Firmicutes, dimana termasuk dalam bakteri asam laktat. Ciri umum dari bakteri asam laktat yakni memiliki bentuk kokus atau batang, tidak membentuk spora, tidak motil, katalase negatif dan oksidasi positif, suhu optimumnya 40°C, jika dilihat kebutuhannya terhadap O₂ bakteri asam laktat bersifat anaerob aerotoleran, meskipun tanpa adanya O₂, bakteri ini bisa tumbuh baik pada lingkungan yang terdapat atau tidak terdapat O₂. Bakteri asam laktat ini memiliki sifat khusus yaitu mampu hidup pada kadar gula, garam dan alkohol yang tinggi serta mampu memfermentasi monosakarida dan disakarida. 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. Bakteri asam laktat memperoleh energinya dari hasil metabolisme gula oleh sebab itulah habitatnya pada lingkungan yang cukup gula atau lingkungan yang kaya akan nutrisi (Anonim, 2011). Berdasarkan hasil fermentasinya *Leuconostoc* masuk ke dalam kelompok bakteri heterofermentatif yaitu bakteri yang menghasilkan etanol dan senyawa lain seperti karbondioksida dari fermentasi glukosa (Salle, 1979).

6. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri dalam genus ini dapat disebut sebagai salah satu bakteri terpenting yang sudah diketahui dalam kehidupan manusia. *Lactic acid bacteria* termasuk bakteri gram positif fakultatif dan secara umum tidak berbahaya, bahkan dibutuhkan oleh manusia dan hewan. BAL sangat berperan dalam membantu proses pencernaan. BAL juga berperan dalam aspek kesehatan dari minuman probiotik selain kandungan mineral dan nutrisi lainnya. BAL mampu memproses karbohidrat dalam susu yang disebut laktosa menjadi asam laktat. BAL secara natural ada didalam susu (murni) dan secara luas digunakan sebagai kultur starter dalam produksi berbagai macam produk olahan fermentasi susu.

7. Mikroorganisme Patogen

Produksi susu yang higienis seperti penanganan yang cepat dan tepat, penggunaan alat produksi dan alat penyimpanan serta teknik pasteurisasi telah menurunkan ancaman penyebaran penyakit melalui susu seperti tuberkulosis (TBC), *brucellosis* dan lain sebagainya. Walaupun masih menjadi perdebatan di kalangan ilmuwan, terbukti sudah ada beberapa kasus penyakit yang berasal dari mengkonsumsi susu segar, atau produk susu sapi yang dibuat dari susu yang tidak di pasteurisasi dengan benar atau kurang baik dalam penanganan sepanjang proses produksinya. Beberapa bakteri patogen dalam susu segar dan produk susu yang masih menjadi perhatian saat ini antara lain:

- *Bacillus cereus*
- *Listeria monocytogenes*
- *Yersinia enterocolitica*
- *Salmonella spp.*
- *Escherichia coli* O157:H7
- *Campylobacter jejuni*

Perlu diungkapkan juga bahwa beberapa jenis jamur, kebanyakan dari spesies *Aspergillus*, *Fusarium*, dan *Penicillium* dapat tumbuh dalam media susu dan produk susu lainnya. Apabila kondisinya memungkinkan, organisme ini dapat memproduksi zat *mycotoxin* yang dapat berbahaya bagi kesehatan.

8. Probiotik

Selain beberapa bakteri yang telah disebutkan diatas, dewasa ini berkembang juga kelas organisme yang disebut probiotik atau prebiotik. Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang memberi keuntungan bagi pencernaan dengan menyeimbangkan mikroflora dalam saluran pencernaan. Saluran pencernaan manusia merupakan ekosistem yang kompleks, dimana memerlukan keseimbangan antara mikroflora dalam saluran pencernaan. Mikroflora dalam saluran pencernaan memiliki peranan penting terhadap sistem kekebalan, perkembangan morfologi pencernaan yang normal dan untuk memelihara keseimbangan kekebalan tubuh terhadap penyebab peradangan dan penyakit pencernaan lainnya. Adapun syarat bakteri probiotik yaitu:

- a. Memiliki aktivitas antimikroba. Dalam hal ini probiotik dapat berperan sebagai antibiotik alami. beberapa jenis bakteri asam laktat mampu membentuk asam-asam organik, hydrogen peroksida, dan bakteriosin. Senyawa-senyawa ini terutama bakteriosin dapat menyebabkan kematian pada bakteri lain.
- b. Resistensi terhadap seleksi sistem saluran pencernaan seperti asam lambung, cairan empedu, dan getah pankreas. Apabila bakteri tidak memiliki karakteristik ini, maka bakteri tersebut akan mati sebelum mencapai usus.
- c. Memiliki aktivitas antikarsinogenik. Adanya senyawa karsinogenik seperti nitrosamine yang masuk ke dalam saluran pencernaan akan dapat dicegah penyerapannya oleh bakteri tersebut dengan membentuk selaput protein dan vitamin.
- d. Mampu berkoloni dalam saluran pencernaan. Bakteri probiotik harus memiliki kemampuan untuk bersimbiosis dengan mikroflora usus, sehingga dapat melakukan proses yang diinginkan dan tidak cepat terbuang bersama feses.
- e. Mampu meningkatkan kemampuan penyerapan usus. Beberapa penyakit seperti diare pada anak-anak dapat terjadi karena kurangnya enzim laktase dalam tubuh, sehingga saluran pencernaan tidak dapat mencerna susu. Bakteri asam laktat dapat menguraikan laktosa dalam

susu yang dikonsumsi menjadi monosakarida, glukosa, dan galaktosa yang mudah dicerna.

- f. Berasal dari manusia yang menempel pada sel kelenjar intestinal pada manusia.
- g. Telah teruji secara klinis dan aman dikonsumsi.
- h. Tetap hidup selama pengolahan dan penyimpanan.

Cara kerja dari probiotik adalah dengan membantu menurunkan derajat keasaman dan menghambat pertumbuhan organisme pengganggu dalam sistem pencernaan. Sementara klaim mengungkapkan bahwa probiotik juga ikut berperan dalam meningkatkan kekebalan tubuh (Wikipedia, 2006). Beberapa jenis bakteri yang masuk dalam kelas probiotik adalah: *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantil*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus GG*.

Tabel 4. Spesifikasi Persyaratan Mutu Batas Maksimum Cemar Mikroba Pada Susu (cfu/gram atau ml) (SNI, 2001) yaitu:

Jenis Cemar Mikroba	Batas Maksimum Cemar Mikroba (BMCM)			
	Susu Segar	Susu Pasteurisasi	Susu Bubuk	Susu Steril / UHT
Jumlah total / total plate count	1 x 10 ⁶	< 3 x 10 ⁴	5 x 10 ⁴	< 10 / 0,1
<i>Coliform</i>	2 x 10 ¹	< 0,1 x 10 ¹	0	0
<i>Escherichia coli</i> (*)	0	0	0	0
<i>Enterococci</i>	1 x 10 ²	1 x 10 ²	1 x 10 ¹	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	1 x 10 ²	1 x 10 ¹	1 x 10 ¹	0
<i>Clostridium sp</i>	0	0	0	0
<i>Salmonella sp</i> (**)	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
<i>Camphylobacter sp</i>	0	0	0	0
<i>Listeria sp</i>	0	0	0	0

Keterangan :

(*) : dalam satuan MPN / gram atau ml

(**) : dalam satuan kualitatif

Residu Susu

Tabel 5. Spesifikasi Persyaratan Mutu Batas Maksimum (mg/kg) Residu Pada Susu (SNI, 2001)

No	Jenis Residu dan Metabolit	Batas Maksimum
1.	Acepat dan metabolit	0,1
2.	Albendazole (2-aminosoulfan-1)	0,1
3.	Apramisin	0,1
4.	Aarsen	0,5
5.	Basitrasin	0,5
6.	Benomyl	0,1
7.	BHC	0,3
8.	Captofol	0,1
9.	Buqunolate	0,1
10.	Carbaryl	0,1
11.	Carbendazim	0,1
12.	Chlormequat	0,1
13.	Daminozide	0,2
14.	Endosulfan	0,2
15.	Eritromisin	0,2
16.	Fenbatel	0,5
17.	Fenvalerate	0,1
18.	Flubendazole dan metabolit	0,4
19.	Gentamisin	0,1
20.	Glyposate dan metabolit	0,1
21.	Isofenphos	0,1
22.	Kitasamisin	0,2
23.	Klopidol	0,1
24.	Klorferitos	0,1
25.	Lasalosid	0,5
26.	Lindane	0,1
27.	Linkomisin	0,1
28.	Mercuri	0,5
29.	Monensin	0,2
30.	Ormetropin	0,15
31.	Oxamole	0,1
32.	Penisilin	0,1
33.	Propargite	0,1
34.	Pyrethrin	0,1
35.	Robenidine dan metabolit	0,1
36.	Spektinomisin	4
37.	Stirofos	0,5
38.	streptomisin	0,1
39.	Sulfabromometazin	0,1
40.	Sulfadiasin	0,1
41.	Sulfadimidin	0,2
42.	Sulfadoksin	0,1
43.	Sulfakuinoksalin sulfamerazin	0,1
44.	Sulfamonometoksin	0,1
45.	Sulfatiazol	0,1
46.	Tiamulin	0,2
47.	Triademofon dan metabolit	0,1
48.	Zinc ion	0,5

2.5 Manfaat Susu

Susu merupakan produk peternakan yang memiliki banyak manfaat. Secara umum susu memiliki manfaat yang hampir sama, baik susu sapi, susu kambing maupun susu kuda.

Manfaat Susu Sapi

- a. Dapat mencegah darah tinggi.
- b. Susu mengandung potasium yang dapat menjaga kestabilan tekanan darah agar tetap stabil.
- c. Dapat menetralkan racun.
- d. Susu juga dapat menetralkan racun yang masuk ke tubuh dan diserap oleh tubuh seperti logam kadmium, dan lain sebagainya yang dapat membahayakan tubuh. Dapat meningkatkan ketajaman penglihatan.
- e. Susu yang memiliki kandungan vitamin B2 dapat membantu untuk menajamkan penglihatan.
- f. Menjaga jantung dan sistem syaraf, tahan terhadap kelelahan.
- g. Magnesium yang terkandung dalam susu memiliki peran yaitu dapat menjaga jantung dan sistem syaraf terhindar dari kelelahan.
- h. Menambah kekuatan tulang.
- i. Susu dikenal sangat baik bagi tulang dan itu benar. Susu dapat menjaga penyusutan tulang, patah tulang, dan menjaga kekuatan tulang.
- j. Meningkatkan keefisienan kerja otak besar.
- k. Kandungan yodium, lecitin, dll dalam susu dapat secara drastis meningkatkan keefisienan kerja otak besar.
- l. Mendorong hormon kegembiraan.
- m. Kandungan tyrosine dalam susu juga dapat mengaktifkan hormon kegembiraan.
- n. Baik untuk kecantikan kulit.

Susu juga sangat baik bagi kecantikan kulit dan salah satunya adalah untuk menjaga kulit agar tetap cerah.

Manfaat Susu Kambing

1. Anti-Inflammasi Alami :

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa salah satu manfaat utama dari susu kambing adalah sebagai anti-inflamasi. Alasan lain mengapa lebih mudah bagi orang-orang yang mengalami masalah peradangan usus lebih mudah minum susu kambing, bukan susu sapi.

2. Kambing Ramah Lingkungan :

Membutuhkan ruang yang jauh lebih sedikit dibandingkan sapi dan makanannya. Biasanya, membesarkan enam ekor kambing di areal yang sama seperti dua ekor sapi.

3. Sebuah Studi agen Metabolik

Sudah dilakukan di USDA dan Prairie View A & M University, kaitan antara susu kambing dengan kemampuan meningkatnya memetabolisme zat besi (iron) dan tembaga (copper), terutama bagi individu yang mengalami keterbatasan masalah pencernaan dan penyerapan. Selain minum susu kambing, dan dapat menyediakan suplemen enzim pencernaan.

4. Bio-availability

Manfaat utama lainnya dari susu kambing adalah susu kambing lebih mirip dengan Air Susu Ibu (ASI) dibandingkan dengan susu sapi. Memiliki struktur kimia yang membuatnya lebih dekat dengan susu manusia, lebih mudah untuk dicerna dan berasimilasi dalam tubuh manusia.

5. Kandungan Lemak yang lebih rendah dalam susu kambing:

Susu kambing memiliki sedikit lemak, namun tetap mempertahankan tingkat protein dan asam amino esensial yang lebih tinggi di bandingkan susu sapi.

6. Mengandung asam lemak rantai medium yang tinggi:

Sementara susu sapi hanya memiliki asam lemak sekitar 17%, sedangkan kandungan susu kambing rata-rata mencapai 35%, sehingga lebih bergizi dan lebih sehat. Bahkan, sampai dengan 50% penderita intoleransi laktosa susu sapi menemukan bahwa mereka dengan mudah dapat mencerna susu

kambing, terutama susu mentah. *Ctt : asam lemak di maksud MCT (Medium chain Fatty Acid)*

7. Kaya kalsium:

Susu kambing juga menawarkan jumlah tinggi kalsium, asam amino triptofan, dan efek samping jauh lebih sedikit dari minum susu sapi. Ini hanya salah satu dari banyak makanan lainnya juga yang tinggi kalsium. *Ctt: berdasarkan penelitian membuktikan bahwa kandungan kalsium dalam susu kambing 13% lebih tinggi dari susu sapi.*

8. Anti-Mukus (tidak menyebabkan riak dahak atau hidung beringsus) :

Sudah menjadi masalah umum dengan minum susu sapi akan mengalami alergi dan mengalami lendir berlebih, sedangkan susu kambing tidak menyebabkan mukus. Susu sapi mengandung lemak tinggi, yang dapat meningkatkan pembentukan lendir. Selain itu, gelembung-gelembung lemak dalam susu kambing sekitar 1/9 lebih kecil dari susu sapi, ini merupakan alasan lain yang mungkin mengapa susu kambing tidak menyebabkan iritasi di usus.

9. Sangat-Bergizi (Ultra-nourishing) :

Dalam pengobatan Naturopathic, kambing disebut sebagai hewan bioorganik sodium. Hal ini juga terkait dengan sifat-sifat kambing itu sendiri seperti selalu semangat, fleksibilitas dan vitalitas. Sapi di kenal sebagai hewan kalsium dengan stabilitas dan berat. Bioorganik Sodium merupakan elemen penting dalam menjaga sendi mobilitas dan kelenturan. Susu kambing secara tradisional telah digunakan sebagai obat untuk memelihara dan meregenerasi sistem saraf. Susu kambing juga sangat padat gizi. Satu cangkir mengandung hampir 35% kalsium dari kebutuhan harian manusia dewasa. Sangat tinggi riboflavin, hanya satu cangkir susu kambing menyediakan 20,0% riboflavin dari kebutuhan harian. Kandungan fosfor, vitamin B12, protein dan kalium yang tinggi.

10. Tidak mengandung racun dari hormon pertumbuhan:

Sebab susu sapi kebanyakan dipompa dengan hormon pertumbuhan sapi (bovine growth hormones) serta substansi yang dikenal sebagai bovine somatotropin, hormon khusus untuk meningkatkan produksi susu

dengan cara yang tidak wajar, kambing jarang diobati dengan zat ini. Susu kambing tidak hanya lebih bergizi, namun juga tidak mengandung racun atau hormon pertumbuhan.

11. Susu kambing dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh:

Susu Kambing memiliki trace mineral, selenium, mineral yang penting dalam menjaga sistem kekebalan tubuh yang kuat dan dapat berfungsi dengan benar (dapat mencegah Auto Immune).

Manfaat Susu Kuda

Susu kuda liar memiliki kasiat yang tidak terdapat pada susu lainnya, karena kuda liar mendapatkan makanan dari alam tanpa adanya bahan kimia yang dikonsumsi. Salah satu manfaat susu kuda liar yaitu sebagai pemasok nutrisi yang lengkap. Seperti jenis susu lainnya, kuda juga menghasilkan cairan lezat lengkap dengan komponen senyawanya antara lain lemak, protein, beragam vitamin seperti A, B, C dan juga E, kalium, kalsium, magnesium, zat besi. Memiliki rantai protein yang lebih sederhana sehingga jauh lebih mudah dicerna. Selain bermanfaat sebagai sumber nutrisi, juga baik untuk menambah daya tahan bayi terutama yang dilahirkan secara prematur. Hal ini dikarenakan susu kuda liar sumbawa memiliki anti bakteri alamiah yang terkandung di dalam setiap tetesnya. Selain hal tersebut, manfaat susu kuda sumbawa menurut beberapa penelitian klinis dianggap jauh lebih bisa menghalau penyakit jika dibandingkan dengan kuda yang ditanakkan. Hal ini disebabkan kualitas kuda yang dilepas di alam liar jauh lebih baik daripada kuda yang hidup di kandang.

2.6 Penanganan, Pengawetan dan Pengolahan Susu

Susu merupakan produk pangan yang mudah rusak dan merupakan media yang sangat baik sebagai pertumbuhan mikroorganisme. Susu memiliki manfaat yang sangat baik, akan tetapi apabila tidak mendapatkan penanganan yang tepat, susu dapat menjadi penyebab menurunnya kesehatan bagi yang mengkonsumsinya. Untuk itu penanganan, pengawetan serta pengolahan susu sangatlah penting guna menjaga manfaat susu dan menghindari terjadinya kerusakan pada susu.

Penanganan Air Susu

Untuk mencegah kontaminasi air susu oleh mikroorganisme dan mengurangi jumlah mikroorganisme yang terdapat dalam air susu, maka penanganannya harus dilakukan dengan baik. Penanganan air susu yang baik setelah pemerahan dapat mencegah terjadinya kontaminasi pada air susu. Sebelum dilakukan pemerahan, juga harus memperhatikan kebersihan ternak perah baik itu sapi, kambing dan domba. Sebelum diperah ternak harus dalam keadaan bersih sehingga dapat mencegah adanya kontaminasi dari ternak ketika dan setelah proses pemerahan. Lingkungan kandang tempat pemerahan, alat, serta orang yang melakukan pemerahan juga harus dalam keadaan steril dan bersih untuk mencegah terjadinya kontaminasi ketika berlangsungnya proses pemerahan. Setelah proses pemerahan selesai, untuk mencegah aktivitas mikroorganisme harus dilakukan proses pasteurisasi dengan cara memanaskan air susu pada temperature 62°C selama 30 menit atau pada suhu 72°C selama 15 detik. Tujuan dilakukannya pasteurisasi adalah untuk membunuh sebagian besar mikroorganisme air susu terutama mikroorganisme patogen. Dengan dilakukannya pasteurisasi, air susu akan terhindar dari bakteri penyebab penyakit dan dapat memperpanjang daya simpan sehingga kualitas air susu tetap terjaga.

Pengawetan Susu

Perawatan kebersihan kandang, perawatan kebersihan dan kesehatan hewan serta perawatan alat-alat pemerah mutlak dilakukan dalam menjaga kebersihan susu dan mencegah kerusakan yang lebih dini. Disamping upaya tersebut dapat pula dilakukan upaya yang lebih lanjut berupa pengawetan, yakni

memproses susu agar tahan lebih lama dari kerusakan. Proses pengawetan dapat dilakukan melalui berbagai cara sebagai berikut:

a. Pendinginan Susu

Pendinginan susu bertujuan untuk menahan mikroba perusak susu agar tidak berkembang, sehingga susu belum mengalami kerusakan dalam waktu yang relatif singkat. Pendinginan susu dapat dilakukan dengan memasukkan susu ke dalam *cooling unit* dan lemari es. Cara pendinginan susu dapat pula dilakukan secara sederhana, yakni meletakkan *milk can* ataupun wadah susu lainnya dalam air yang dingin dan mengalir terus. Cara sederhana ini biasanya dilakukan di daerah-daerah pegunungan yang berhawa sejuk.

b. Pasteurisasi Susu

Pasteurisasi susu adalah pemanasan susu di bawah temperatur didih dengan maksud hanya membunuh bakteri, sedangkan spora masih dapat hidup. Ada 3 cara pasteurisasi yaitu:

- 1) Pasteurisasi lama (*low temperature, long time*). Pemanasan susu dilakukan pada temperatur yang tidak begitu tinggi dengan waktu yang relatif lama (pada temperature 62-65°C selama 1/2-1 jam).
- 2) Pasteurisasi singkat (*High temperature, Short time*). Pemanasan susu dilakukan pada temperatur tinggi dengan waktu yang relatif singkat (pada temperatur 85-95°C selama 1-2 menit saja).
- 3) Pasteurisasi dengan *Ultra High Temperature* (UHT). Pemasakan susu dilakukan pada temperatur tinggi yang segera didinginkan pada temperatur 10°C (temperatur minimal untuk pertumbuhan bakteri susu). Pasteurisasi dengan UHT dapat pula dilakukan dengan memanaskan susu sambil diaduk dalam suatu panci pada suhu 81°C selama $\pm 1/2$ jam dan dengan cepat didinginkan. Pendinginan dapat dilakukan dengan mencelupkan panci yang berisi susu tadi ke dalam bak air dingin yang airnya mengalir terus menerus.

c. Sterilisasi Susu

Sterilisasi susu adalah proses pengawetan susu yang dilakukan dengan cara memanaskan susu sampai mencapai temperatur di atas titik didih, sehingga

bakteri maupun kuman berikut sporanya akan mati semua. Pembuatan susu steril dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Sistem UHT yaitu susu dipanaskan sampai suhu 137 °C- 140 °C selama 2-5 detik.
- 2) Mengemas susu dalam wadah *hermetis* kemudian memanaskannya pada suhu 110°C- 121°C selama 20-45 detik. Cara sterilisasi susu ini memerlukan peralatan yang khusus dengan biaya yang relatif mahal. Oleh karena itu sterilisasi susu umumnya dilakukan oleh industri-industri pengolahan susu.

Pengolahan Susu

Terdapat beragam produk olahan yang berasal dari air susu. Berikut ini adalah beberapa produk olahan susu:

1. Susu Kental Manis

Susu kental manis atau biasa disebut *sweetened condensed milk* adalah susu segar atau susu evaporasi yang telah dipekatkan dengan menguapkan sebagian airnya dan kemudian ditambahkan gula sebagai pengawet. Susu kental manis dapat ditambah lemak nabati dan vitamin. Susu kental manis dapat juga tidak dari susu segar atau susu evaporasi, yang disebut susu kental manis rekonstitusi. Susu kental manis rekonstitusi terbuat dari bahan-bahan seperti susu bubuk skim, air, gula, lemak, vitamin dan lain-lain, sehingga diperoleh susu dengan kekentalan tertentu.

Pada pembuatan susu kental manis yang asli, pertama-tama susu dipanaskan pada suhu 65 – 95°C selama 10 – 15 menit dengan tujuan membantu menstabilkan susu selama penyimpanan dan membunuh mikroba patogen dan enzim. Selanjutnya ditambah gula sampai konsentrasinya mencapai 62.5 %. Selanjutnya susu diuapkan dengan evaporator vakum pada tekanan 47 mmHg dan suhu 51 , sampai diperoleh kekentalan yang dikehendaki atau total padatan telah mencapai 70–80% bahan kering, dengan kadar air 20–30%. Selanjutnya dimasukkan ke kaleng dan dilakukan penutupan.

Pengolahan SKM di Indonesia banyak dilakukan dengan cara rekonstitusi, yaitu mencampurkan kembali bahan-bahan baku SKM hingga membentuk emulsi susu yang manis dan cukup kental. Untuk memperoleh susu yang lebih kental,

dilakukan penguapan sebagian air dari campuran tersebut. Dengan cara rekonstitusi, jumlah air yang harus diuapkan pada pembuatan SKM jauh lebih sedikit, karena total padatan yang diperoleh dari hasil penggabungan kembali (rekonstitusi) telah mencapai 70.7 – 70.9%. Tahap-tahap pembuatan SKM dengan cara rekonstitusi meliputi: pencampuran bahan-bahan, penyaringan, homogenisasi, pasteurisasi, pengentalan dan pengalengan. Sedangkan bahan baku yang digunakan adalah air, susu bubuk skim, lemak susu atau lemak nabati, gula pasir dan vitamin-vitamin.

2. Mentega

Kata mentega selalu berkaitan dengan susu sapi, jadi mentega itu adalah produk minyak hewani, bukan produk nabati. Inilah bedanya mentega dengan margarine. Margarine adalah produk tiruan mentega yang dibuat dari minyak nabati, jadi dapat berasal dari minyak kelapa, kelapa sawit, minyak kedelai, jagung dan sebagainya. Mentega diperoleh dan dibuat dari cream melalui proses yang disebut “churning”. Cream tersebut diaduk dan dikocok, sehingga menghancurkan lapisan membran yang menyelubungi butir-butir lemak. Terjadilah pemisahan dua phase; yaitu fase lemak terdiri dari lemak mentega, dan phase air yang melarutkan berbagai zat yang terdapat dalam susu. Gumpalan-gumpalan lemak susu dipisahkan bagian lain dan dicuci dengan air dingin yang beberapa kali diganti dengan air baru untuk menghilangkan susunya. Mentega biasanya diberi garam, dan hal ini untuk mengeluarkan air yang tersisa dalam lemak susu (Butter fat).

Mentega biasanya mengandung air 15%, sebagian dari jumlah tersebut dalam bentuk teremulsifikasi. Mentega harus memiliki kadar lemak minimal 80%. Tingginya kadar air dalam mentega menyebabkan mentega mudah menjadi tengik bila disimpan pada tempat yang hangat. Salah satu asam lemak yang dilepaskan adalah asam butyrat, berantai pendek, mudah menguap dan berbau tidak enak. Adapun beberapa jenis mentega yaitu:

- a. Mentega dibuat dari Pasteurized Cream atau unpasteurized Cream.
- b. Mentega yang dibuat dari cream yang diperam (ripened cream) atau yang tidak diperam.
- c. Mentega yang digarami atau yang tidak digarami.

- d. Mentega yang dibuat dari sweet cream, atau sour-cream.
- e. Mentega yang dibuat yang tidak mengalami penyimpanan (segar) dan yang telah mengalami penyimpanan.
- f. Mentega yang dibuat di peternakan (dairy butter) atau di pabrik (creamery-butter).

3. Karamel Susu

Karamel susu atau hoppies adalah sejenis permen yang dibuat dengan menggunakan bahan dasar susu. Susu yang digunakan untuk pembuatan hoppies atau karamel tidak memerlukan persyaratan mutu yang tinggi. Oleh karena itu, pembuatan karamel merupakan suatu alternatif pengolahan untuk memanfaatkan susu yang bermutu rendah yang sudah tidak dapat digunakan lagi untuk pembuatan berbagai jenis produk olahan susu lainnya. Pada prinsipnya, pembuatan karamel susu berdasarkan reaksi karamelisasi, yaitu reaksi kompleks yang menyebabkan terjadinya perubahan bentuk dari gula menjadi bentuk amorf yang berwarna coklat gelap. Larutan guladalam susu dipanaskan sampai seluruh air menguap sehingga cairan yang ada pada akhirnya adalah cairan gula yang lebur. Apabila keadaan ini telah tercapai dan terus dipanaskan sampai suhunya melampaui titik leburnya, maka mulailah terjadi bentuk amorf yang berwarna coklat tua. Gula susu yang berbeda dalam reaksi karamelisasi pada pembuatan caramel susu adalah laktosa yang terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa. Gula pasir atau sukrosa yang ditambahkan ke dalam susu pada pembuatan karamel susu juga mengalami reaksi karamelisasi.

Proses Pembuatan Karamel

- a. Panaskan 5 liter susu segar dalam panci di atas kompor secara perlahan-lahan sampai volumenya tinggal setengah dari volume awalnya.
- b. Dinginkan susu tersebut sampai mencapai suhu kamar, lalu ditambahkan ke dalamnya 1 kg gula pasir, 10 gr margarin atau mentega dan 1 sendok teh cuka makan dan aduk sampai homogeny.
- c. Tuangkan adonan susu tersebut ke dalam wajan dan panaskan kembali ke atas kompor sampai matang.
- d. Lakukan pengujian kematangan sebagai berikut : (a). Ambil sedikit adonan yang sedang dimasak pada dengan sendok makan, lalu tuangkan ke

dalam gelas berisi air dingin, dan Apabila adonan membentuk bulatan atau gumpalan utuh dalam air dingin dan tetap utuh setelah dikeluarkan dari air dingin, maka adonan tersebut dianggap sudah matang, yaitu tahap firm ball stage sudah tercapai.

- e. Setelah adonan dianggap matang, tambahkan setengah sendok teh vanila atau asen lainnya dan diaduk sampai homogen.
- f. Tuangkan adonan tersebut ke dalam cetakan dan diamkan sampai dingin dan mengeras.
- g. Setelah mengeras potong dengan pisau sesuai dengan bentuk dan ukuran yang didinginkan, lalu kemas dengan kertas minyak.

4. Keju

Susu merupakan minuman sumber karbohidrat, protein, lemakvitamin, dan mineral yang sangat baik untuk kesehatan. Keju merupakan salah satu produk olahan susu yang terbentuk karena koagulasi susu oleh rennet (enzim pencernaan dalam lambung hewan penghasil susu). Bagian dari susu cair yang terkoagulasi membentuk substansi padat seperti gel disebut curd; dan sejumlah besar air serta beberapa zat terlarut akan terpisah dari curd disebut whey.

Prinsip pembuatan keju

Di dunia terdapat beragam jenis keju. Seluruhnya memiliki prinsip dasar yang sama dalam proses pembuatannya, yaitu:

- a. Pasteurisasi susu: dilakukan pada susu 70 derajat celcius, untuk membunuh seluruh bakteri pathogen.
- b. Pengasaman susu. Tujuannya adalah agar enzim rennet dapat bekerja optimal. Pengasaman dapat dilakukan dengan penambahan lemon jus, asam tartrat, cuka, atau bakteri *Streptococcus lactis*. Proses fermentasi oleh *streptococcus lactis* akan mengubah laktosa (gula susu) menjadi asam laktat sehingga derajat keasaman (pH) susu menjadi rendah dan rennet efektif bekerja.
- c. Penambahan enzim rennet. Rennet memiliki daya kerja yang kuat, dapat digunakan dalam konsentrasi yang kecil. Perbandingan antara rennet dan susu adalah 1:5.000. Kurang lebih 30 menit setelah penambahan rennet ke dalam susu yang asam, maka terbentuklah curd. Bila temperatur sistem

dipertahankan 40 derajat celcius, akan terbentuk curd yang padat. Kemudian dilakukan pemisahan curd dari whey.

- d. Pematangan keju (ripening). Untuk menghasilkan keju yang berkualitas, dilakukan proses pematangan dengan cara menyimpan keju ini selama periode tertentu. Dalam proses ini, mikroba mengubah komposisi curd, sehingga menghasilkan keju dengan rasa, aroma, dan tekstur yang spesifik. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan seperti temperatur dan kelembaban udara di ruang tempat pematangan. Dalam beberapa jenis keju, bakteri dapat mengeluarkan gelembung udara sehingga dihasilkan keju yang berlubang-lubang.

5. Khefir

Khefir merupakan minuman yang rasanya asam dan segar, seperti yogurt. Khefir dibuat dari susu sapi yang telah dipasteurisasi lalu difermentasi dengan bibit/biji kefir (Kefir grains). Bakteri dan Ragi (yeast) yang ada dalam khefir secara alami menyatu dan saling menguntungkan (simbiotik) sehingga memberi keuntungan hebat bagi kesehatan kalau diminum secara teratur. Mengandung banyak vitamin dan mineral berharga serta protein lengkap yang mudah dicerna dan mengandung antibiotik alami yang terbuat dari proses fermentasi bakteri probiotik. Bagi mereka yang tidak tahan terhadap lactosa (gula susu), khefir mengandung bakteri dan ragi yang sangat baik yang dapat menghasilkan lactose, berupa enzim yang memakan sebagian besar lactosa yang tertinggal setelah proses fermentasi. Walaupun khefir bentuknya agak sedikit berlendir, tapi lendir tersebut memiliki kualitas yang “bersih dan baik” yang dapat menciptakan keadaan ideal bagi sistem pencernaan karena mengandung koloni bakteri yang menguntungkan.

Khefir mengandung banyak bakteri yang baik (bakteri probiotik) dan ragi (yeast) juga mengandung banyak mineral dan asam amino esensial seperti tryptophan yang dapat membantu memberi efek relax/menenangkan sistem syaraf. Karena khefir juga mengandung calcium dan magnesium dalam jumlah yang demikian banyak, yang juga merupakan mineral bagi sistem syaraf yang sehat, maka khefir yang dikonsumsi sebagai makanan sehari-hari dapat memberi suatu efek penenang yang benar benar luar biasa pada syaraf. Phosphorus dalam khefir,

yaitu zat mineral kedua yang dibutuhkan oleh tubuh, guna membantu mencerna karbohidrat, lemak dan protein untuk pertumbuhan sel, memelihara kesehatan tubuh dan menambah energi. Khefir kaya akan vitamin B12, B1 dan vitamin K. selain itu juga merupakan sumber biotin yang sangat istimewa. Biotin adalah salah satu senyawa atau zat yang sangat penting dalam vitamin B yang berfungsi untuk membantu tubuh mengasimilasi vitamin B yang lain, seperti asam folat, asam pantothenat dan B12. Beberapa kegunaan vitamin B dalam tubuh yaitu membantu kerja ginjal, hati dan sistem syaraf yang mana bisa meredakan atau menghilangkan kerusakan/sakit kulit, menambah energi (meningkatkan vitalitas/menghilangkan kelelahan) dan memperpanjang umur atau mendorong terjadinya usia lanjut.

6. Yoghurt

Yoghurt merupakan salah satu produk susu fermentasi dengan rasa asam dan manis. Di beberapa negara yoghurt dikenal dengan nama yang berbeda-beda, misalnya Jugurt (Turki), Zabady (Mesir, Sudan), Dahee (India), Cieddu (Italia), dan Filmjolk (Skandinavia). Negara dengan konsumsi yoghurt tinggi antara lain Belanda, Swiss, Perancis, Finlandia, Denmark, Jerman, Austria, dan Jepang. Di Indonesia, yoghurt mulai banyak dipasarkan di supermarket dalam bentuk minuman encer hingga kental yang dikemas di dalam botol plastik. Pada umumnya untuk menambah daya tarik dan kesehatan, ke dalam yoghurt ditambahkan flavor buah-buahan. Yoghurt cukup aman dikonsumsi bagi orang yang diare bila minum susu karena tidak mampu mencerna laktosa atau yang disebut penderita lactose intolerance. Yoghurt juga mampu menurunkan kolesterol darah, menjaga kesehatan lambung dan mencegah kanker saluran pencernaan. Berbagai peranan tersebut terutama karena adanya bakteri yang digunakan dalam proses fermentasi yoghurt.

Yoghurt mengandung bakteri hidup sebagai probiotik, yaitu mikroba dari makanan yang menguntungkan bagi mikroflora di dalam saluran pencernaan. Sejauh ini jenis probiotik yang paling umum adalah bakteri asam laktat dari golongan *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus casei*. Di dalam yoghurt biasanya mengandung jutaan hingga milyaran sel bakteri-bakteri ini setiap mililiternya. Keberadaan bakteri yang

banyak di dalam yoghurt memang berkaitan dengan proses pembuatannya. Pada prinsipnya, pembuatan yoghurt adalah upaya menumbuhkembangkan bakteri pada susu. Mula-mula susu segar di pasteurisasi atau dipanaskan pada suhu 72-80 derajat Celsius selama beberapa menit, kemudian didinginkan hingga suhu 43 derajat Celsius. Selanjutnya, ditambahkan starter sebanyak 2-5 persen dan di inkubasi pada suhu yang sama selama 6-12 jam. Yang dimaksud starter adalah kultur salah satu atau campuran bakteri tersebut di atas yang ditumbuhkan ke dalam susu. Setelah inkubasi, jadilah yoghurt yang ditandai dengan susu menjadi kental dan beraroma asam.

7. Yakult

Yakult merupakan produk susu fermentasi dengan menggunakan starter tunggal yaitu *Lactobacillus casei*. Kecepatan pertumbuhan bakteri ini tergolong cukup lambat dibandingkan dengan Dornic atau 0,5% asam laktat bakteri sejenisnya yaitu berkisar 50 setelah 48 jam. Bakteri *Lactobacillus casei* berbentuk batang tunggal dan termasuk golongan bakteri heterofermentatif, fakultatif, mesofilik, dan berukuran lebih kecil dari pada *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, dan *Lactobacillus helveticus*. Bakteri *Lactobacillus casei* akan merubah ribosa menjadi asam laktat dan asam asetat. Pembuatan yakult adalah dengan cara disterilisasi terlebih dahulu pada suhu 140 selama 3 sampai 4 detik, kemudian ditanamkan *Lactobacillus casei C* selama dua hari. Nilai gizi (Strain shirota) diinkubasi pada suhu 37°C yakult yaitu protein 1,2%; lemak 0,1%; mineral 0,3%; karbohidrat 16,5%; air 81,9%; dan nilai kalori tiap 100 gram.

2.7 Limbah Susu

Sumber utama limbah pada pembuatan susu sebagian besar berasal dari sisa bahan yang ikut selama proses pencucian dan dihasilkan dari tumpahan atau kebocoran susu selama proses produksi. Air limbah yang cukup besar juga dihasilkan dari air pendingin dan kondensat. Namun penanganan air buangan pendingin tersebut biasanya dapat diatasi dengan melakukan recycle melalui sistem tertutup sehingga dapat digunakan kembali. Pada proses klarifikasi atau penyaringan dihasilkan limbah padatan yang mengandung zat tersuspensi dan bahan organik yang tinggi. Karakteristik limbah cair industri susu tidak jauh berbeda dengan limbah cair industri pangan lainnya. Tetapi limbah cair yang berasal dari industri susu mempunyai karakteristik khas yaitu kerentanannya terhadap bakteri pengurai sehingga mudah terjadi pembusukan. Air limbah industri susu mengandung kadar organik yang cukup tinggi tetapi mudah terurai. Limbah pengolahan susu dihasilkan dari pengolahan dan operasi pemindahan setelah susu dari petani mencapai stasiun penerima pusat. Limbah terdiri dari susu penuh dan olah, *whey* dari produksi keju, dan air pencuci. Limbah pengolahan susu segar mempunyai bahan organik terlarut yang tinggi dan bahan tersuspensi yang rendah. BOD dari susu penuh sekitar 100.000 mg/l.

Senyawa pembersih akan menambah kebutuhan oksigen dari limbah. Surfaktan dan deterjen asam yang umum digunakan dalam pembersihan peralatan pabrik makanan mempunyai nilai BOD sekitar 0.65lb/lb produk. Alkali seperti natrium hidroksida, juga digunakan untuk pembersihan pabrik susu. Dibawah kondisi rata-rata dalam suatu pabrik susu modern, jumlah BOD yang berasal dari surfaktan dan deterjen asam kira-kira sebesar 0.1 lb/1000lb susu yang diolah.

Polutan terbesar dari air limbah industry susu adalah *whey* dari operasi produksi keju diikuti dengan air pencuci dan air pasteurisasi. Pembuatan keju baik dari susu penuh atau susu skim menghasilkan keju dan cairan berwarna kuning kehijauan yang dikenal sebagai *whey*. Susu penuh digunakan untuk memproduksi keju natural dan keju olah seperti cheddar dan cairan yang dihasilkan disebut *whey* manis dengan pH berkisar antara 5 dan 7. Susu skim digunakan untuk memproduksi susu cottage dan cairan produk sampingan adalah *whey* asam dengan pH 4 hingga 5. Setiap pon keju yang diproduksi menghasilkan 5-10 lb

whey cair. BOD whey berkisar dari 32.000 hingga 60.000 mg/l tergantung pada proses pembuatan keju yang digunakan. Whey mengandung sekitar 5% laktosa, 1% protein, 0,3% lemak, dan 0,6% abu. Oleh karena protein telah digumpalkan sebagai keju, evaluasi kadar nitrogen *whey* harus dilakukan untuk menjamin nitrogen yang cukup untuk penanganan biologik.

Adapun karakteristik limbah cair industri susu yaitu:

a. Fisik

- Total padatan (1.210-11.990 mg/l)
- Padatan tersuspensi volatil (TSV) = 200-1.840 mg/l
- Padatan tersuspensi (TSS) = 270-1.980 mg/l.

b. Kimia

- pH = $4,2 \pm 9,5$
- Amonia (1-76 mg/l)
- Nitrogen organik (9-250 mg/l)
- Alkalinitas (0-1.080 mg/l).

c. Biologis

Kandungan kadar organiknya seperti vitamin dan mineral yang tinggi. Limbah industri dapat menimbulkan masalah dalam penanganannya karena mengandung sejumlah besar karbohidrat, protein, lemak, garam-garam mineral dan sisa-sisa bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan dan pembersihan. Kandungan bahan organik yang tinggi dalam limbah cair susu dapat bertindak sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan mikroba. Dengan pasokan makanan yang berlimpah, mikroorganisme akan berkembangbiak dengan cepat dan mereduksi oksigen terlarut yang terdapat dalam air. Kemudian akan menyebabkan kematian ikan dan biota perairan lainnya.

Air buangan (*effluent*) atau limbah buangan dari pengolahan susu dengan *Biological Oxygen Demand* (*BOD*). Apabila *effluent* dibuang langsung ke suatu perairan akibatnya mengganggu seluruh keseimbangan ekologi dan bahkan dapat menyebabkan kematian ikan dan biota perairan lainnya.

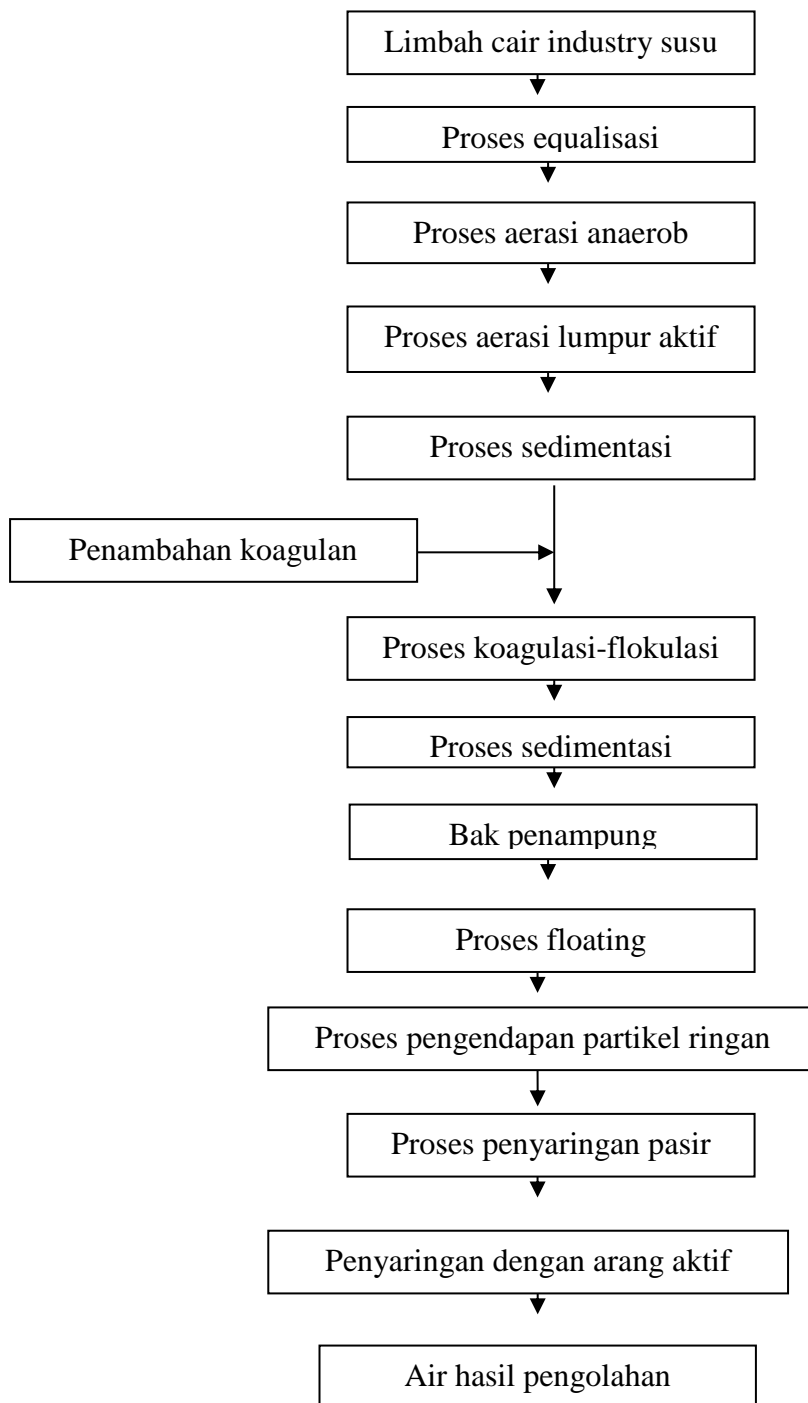
Tabel 5. Koefisien air limbah industri susu (Harper dan Blaisdell, 1971)

Jenis Produk	Volume limbah(lb/lb susu Yang diolah)		BOD(lb/1000 lb susu Yang diolah)	
	Rata-rata	Kisaran	Rata-rata	Kisaran
Susu	3.25	0.1- 5.4	4.2	0.2- 7.8
Keju	3.14	1.6- 5.7	2.0	1.0- 3.5
Es krim	2.8	0.8- 5.6	5.7	1.9- 20.4
Susu kental	2.1	1.0- 3.3	7.6	0.2- 13.3
Mentega	0.8	-	0.85	-
Susu bubuk	3.7	1.5- 5.9	2.2	0.02- 4.6
Keju Cottage, Es krim, dan Susu	2.52	1.4- 3.9	6.37	2.3- 12.9
Produk	2.34	0.8- 4.6	3.09	0.9- 6.9
campuran Keseluruhan	2.43	0.1- 12.4	5.85	0.2- 71.2

Tabel 6. Data limbah industri susu (Zall, 1972).

	Kisaran rata-rata (mg/l)	Total kisaran data (mg/l)
BOD	940-4790	400 – 9440
COD	1240-7800	360– 15300
Amonia	7 -36	1 – 76
Nitrogen organik	36 -150	9 – 76
Alkalinitas	81-505	0– 1080
pH	4.8 -6.8	4.2 – 9.5
Total padatan	2280 -6490	1210 – 11990
Padatan tersuspensi	360 -1040	270 – 1980
Padatan tersuspensi <i>Volatile</i>	300 -1000	200 – 1840

Berdasarkan karakteristik limbah cair industri susu, proses pengolahan limbah yang dilakukan adalah dengan mengkombinasikan proses fisika, kimia dan biologi. Proses fisika meliputi : proses equalisasi, sedimentasi, filtrasi, flotasi dan penyaringan. Proses kimia meliputi : koagulasi dan flokulasi, sedangkan proses biologi meliputi : proses anaerob dan proses aerasi lumpur aktif.



Gambar 1. Bagan alir proses pengolahan limbah cair industry susu

Proses sesungguhnya pengolahan limbah cair industri susu dengan peralatan proses hasil instalasi yang disajikan pada gambar 1 dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Tahap 1. Proses equalisasi

Proses equalisasi atau proses penyeragaman, yaitu proses pendahuluan yang akan sangat membantu terhadap proses aerasi anaerob. Equalisasi bukan merupakan suatu proses pengoiahan tetapi merupakan suatu cara / teknik untuk meningkatkan efektivitas dari proses pengolahan selanjutnya. Keluaran dari bak equalisasi adalah adalah parameter operasional bagi unit pengolahan selanjutnya seperti flow, level/derajat kandungan polutant, temperatur, padatan, dsb. Kegunaan dari equalisasi adalah: (1) Membagi dan meratakan volume pasokan (influent) untuk masuk pada proses treatment, (2) Meratakan variabel & fluktuasi dari beban organik untuk menghindari shock loading pada sistem pengolahan biologi, (3) Meratakan pH untuk meminimalkan kebutuhan chemical pada proses netralisasi, (3) Meratakan kandungan padatan (SS, koloidal, dls b) untuk meminimalkan kebutuhan chemical pada proses koagulasi dan flokulasi.

2. Tahap 2. Proses aerasi anaerob

Proses aerasi anaerob, yaitu proses yang bertujuan untuk menurunkan bahan-bahan organik terlarut dan senyawa organik lainnya dengan bantuan bakteri anaerob.

3. Tahap 3. Proses aerasi

Proses aerasi, bertujuan untuk menurunkan bahan-bahan organik dan senyawa organik lainnya dengan cara memasukkan oksigen secara terus-menerus.

4. Tahap 4. Proses sedimentasi pertama

Proses sedimentasi pertama, proses untuk mengendapkan lumpur yang dihasilkan pada proses aerasi.

5. Tahap 5. Proses koagulasi-flokulasi

Proses koagulasi-flokulasi, yaitu proses penambahan dosis koagulan dan dilanjutkan dengan proses pengadukan untuk membentuk flok.

6. Tahap 6. Proses sedimentasi kedua
Proses sedimentasi kedua, yaitu proses pengendapan terhadap flok yang terbentuk pada proses 5.
7. Tahap 7. Proses flotasi
Proses flotasi, yaitu proses pengapungan untuk meningkatkan laju pemindahan partikel- partikel tersuspensi yang ada.
8. Tahap 8. Proses sedimentasi ketiga
Proses sedimentasi ketiga, yaitu proses pengendapan partikel ringan.
9. Tahap 9. Proses penyaringan dengan pasir
Proses penyaringan dengan pasir, untuk menyaring partikel halus.
10. Tahap 10. Proses penyaringan dengan arang aktif
Proses penyaringan dengan arang aktif, untuk menyerap bahan-bahan kimia yang tersisa.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

- a. Sifat fisiko-kimia susu sapi, susu kambing, dan susu kuda liar memiliki nilai gizi / nutrisi yang hampir sempurna (karbohidrat, protein, vitamin, mineral, dan lemak) dan sangat bermanfaat untuk memenuhi kelengkapan gizi tubuh manusia.
- b. Susu sebagai sumber protein dapat memacu pertumbuhan berbagai macam bakteri yang dapat mengkontaminasi susu seperti coliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Serratia marcescens*, *Leuconostoc*, dan beberapa mikroorganisme patogen.
- c. Limbah cair pengolahan susu mengandung bahan organik terlarut yang tinggi dan bahan tersuspensi yang rendah. Guna menekan biaya tinggi, teknologi yang dapat diterapkan untuk memenuhi persyaratan efluen yang langsung dibuang ke suatu perairan yaitu penanganan secara biologis di dalam pabrik dan penanganan filtrasi pasir. Pembuangan langsung limbah susu ke suatu perairan diharapkan memenuhi persyaratan mutu baku air limbah.
- d. Susu merupakan produk pangan yang mudah rusak dan merupakan media yang sangat baik sebagai pertumbuhan mikroorganisme (merugikan dan menguntungkan). Susu memiliki manfaat yang sangat baik sebagai bahan pangan fungsional mengandung beberapa bioaktif peptida seperti laktoferin, laktoperoxydase, dan immunoglobulin.

Akan tetapi apabila susu tidak mendapatkan penanganan yang tepat, susu dapat menjadi penyebab menurunnya kesehatan bagi yang mengkonsumsi. Untuk itu penanganan, pengawetan serta pengolahan susu sangatlah penting guna menjaga kualitas susu yang bermanfaat dan menghindari terjadinya kerusakan pada susu.

TANYA JAWAB PENANGANAN SUSU

1. Berapa banyak kelenjar susu yang terdapat pada :

- a) sapi
- b) kuda betina
- c) babi
- d) kambing

Jawab:

- a) sapi 2 pasang
- b) kuda betina 1 pasang
- c) babi 6 pasang atau lebih
- d) kambing 1 pasang

2. Diskusikan perbedaan nutrisi antara susu manusia dengan susu sapi?

Jawab:

Berdasarkan hasil persentase rata-rata komposisi susu dari sapi dan mamalia lain pada tabel 18-2, manusia memiliki komposisi air dalam susu lebih banyak dibandingkan sapi yakni 88,2 sedangkan sapi 87,70. Untuk kadar lemak pada sapi lebih tinggi dari manusia yakni 3,61 sedangkan manusia hanya 3,3. Kadar laktosa lebih tinggi pada manusia yakni 6,8 sedangkan sapi 4,65. Untuk kadar protein (NX 6,38) lebih tinggi pada sapi yakni 3,29 sedangkan pada manusia adalah 1,5. Untuk kadar abu sapi lebih tinggi dibanding manusia yakni 0,75 sedangkan manusia 0,2.

3. Tuliskan kadar nutrisi dalam kolostrum dan susu sapi?

Jawab:

Pada kolostrum kekentalannya yaitu 23,9%, abu 1,11%, lemak 6,7%, laktosa 2,7%, protein 14,0%. Pada susu sapi terdiri dari air sebanyak 87,70%, lemak 3,61%, laktosa 4,65%, protein 3,29%, dan abu 0,75%. Jadi, jika kami bandingkan, kolostrum memiliki tekstur lebih kental karena lebih padat dibandingkan pada susu sapi karena susu sapi memiliki lebih banyak komposisi air sebanyak 87,70%. Untuk kandungan lemak lebih banyak ada kolostrum yakni 6,7% sedangkan pada susu hanya 3,61%. Untuk kandungan

protein pada kolostrum lebih tinggi pula hingga hingga 14,0% sedangkan pada susu sapi hanya 3,29%. Tetapi untuk laktosa lebih tinggi pada susu sapi yakni 4,65% sedangkan pada kolostrum hanya 2,7%. Dan komposisi abu lebih banyak pada kolostrum lebih tinggi pada kolostrum yakni 1,11%. Sedangkan susu sapi 0,75%.

4. Bagaimana laktosa terbentuk dan di sekresi menjadi susu?

Jawab:

➤ Laktosa terbentuk dari molekul glukosa dan molekul galaktosa. Sintesa laktosa dari glukosa yaitu melalui proses sebagai berikut:

Karbohidrat pada ruminansia dipecah menjadi asam propionat, butirrat, asetat. Asam asetat digunakan pada kelenjar susu primer untuk mensintesa lemak susu. Asam propionat mengkonversi karbohidrat menjadi glukosa yang kemudian digunakan untuk memproduksi laktosa dalam susu. Sedangkan asam butirrat digunakan antara laktosa lemak dan produksi kasein. Sintesa laktosa dibantu oleh enzim yang disebut laktose sintetase yang terdiri dari 2 unit yaitu galktosa transfer yang ditemukan pada badan golgi epitelium dan laktalbumin yang diproduksi oleh ribosom disepanjang endoplasmaretikulum dan bergerak menuju badan golgi membentuk kompleks dengan galaktosil transferase.

➤ Proses sekresi laktosa adalah sebagai berikut:

Alveolus memiliki kemampuan untuk mengambil nutrisi dari darah dan mengubah nutrisi tersebut menjadi makanan sempurna yang disebut susu. Komponen susu terdiri atas air, lemak, SNF, protein, laktosa dan sebagainya.

5. Mengapa asetat sangat penting dalam sintesis lemak susu

Jawab:

Karena asam asetat digunakan oleh kelenjar susu premier untuk sintesa lemak susu.

6. Apa yang dimaksud emeiocytosis?

Jawab:

Proses ekskresi droplet lemak dengan pembongkaran sitoplasma dari sel lumen.

7. Tulislah protein primer yang termasuk dalam fraksi protein susu dan bagaimana karakteristik kelarutannya?

Jawab:

Protein primer terdiri atas: alpha casein, beta casein, alpha laktalbumin, beta laktoglobulin. Sifat kelarutan alpha dan beta casein adalah tidak larut air, dan bentuk sel beragregat kecil yang tersuspensi di dalam susu. Sifat alpha laktalbumin dan beta laktoglobulin adalah larut air.

8. Tulis mineral primer dalam susu?

Jawab:

Mineral primer dalam susu adalah kalsium. karena kandungan kalsium dalam 100g susu mencapai 120mg kalsium.

9. Tulis dan diskusikan faktor psikologis yang mempengaruhi hasil dan komposisi susu?

Jawab:

- Breed / bangsa ternak
- Keturunan
- Tahap laktasi
- Estrus dan kehamilan
- Calving interval (jangka waktu melahirkan)
- First-and last drawn milk (pertama dan terakhir susu diperas)
- Umur
- Ukuran ternak

10. Tulis dan diskusikan faktor lingkungan yang mempengaruhi hasil dan komposisi susu?

Jawab:

1) Feed (Pakan)

Pakan mempengaruhi dalam menghasilkan air susu. Apabila sapi perah mengkonsumsi pakan yang berkualitas baik maka sapi perah akan menghasilkan produksi susu yang baik. Sebaliknya apabila sapi perah tidak mengkonsumsi pakan yang sesuai dengan kapasitas dan kebutuhannya maka sapi tidak akan memproduksi susu dengan maksimal. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas pakan dalam komposisi susu, diantaranya:

- Underfeeding (kurang pakan): pakan yang diberikan terbatas secara kuantitas. Maka tidak dapat mencukupi kebutuhan energi dalam tubuh ternak sapi tersebut.
- Challenge or lead feeding in early lactation
- Deficiency or nutrient (Defisiensi Nutrisi)

Apabila pakan yang diberikan mengandung nutrisi yang kurang, maka ternak akan mengalami defisiensi nutrisi sehingga efisiensi pakan dan produksi susu menurun atau berkurang.

- Some feed ingredients and rations influence feed composition (Komposisi Pakan)

Beberapa bahan pakan dapat mempengaruhi komposisi pakan. Karena disetiap bahan pakan memiliki kandungan masing-masing yang berbeda-beda.

- 2) Length of dry period (Masa kering)
- 3) Condition at calving (Kondisi anak)
- 4) Frekuensi menyusui
- 5) Tidak rata dalam makanan dan menyusui
- 6) Perubahan penghasil susu
- 7) Temperatur lingkungan dan musim
- 8) Variasi dari hari ke hari
- 9) Penyakit

11. Bagaimana rasa dari produksi susu?

Jawab:

Setiap orang menghendaki agar susu yang konsumsi memiliki rasa yang baik. Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi rasa susu, di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Pakan dan rasa gulma
- b. Rasa teroksidasi
- c. Ketengikan
- d. Barney
- e. Asin
- f. Tingkat bakteri
- g. Tingkat keasaman susu
- h. Rasa yang aneh

Untuk menjaga rasa susu yang baik maka pemerah susu sapi harus menjaga kebersihan, menjaga suhu susu, menjaga kualitas pakan yang dikonsumsi sapi saat laktasi, dan tidak pemerah susu sapi yang memiliki hasil kualitas yang rendah atau dari sapi perah yang sedang sakit.

12. Faktor apa yang mempengaruhi kualitas susu?

Jawab:

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas susu, di antaranya:

- a. Kesehatan hewan

Susu yang baik berasal dari sapi yang sehat. Maka dari itu, hindari pemerah susu dari sapi yang sedang sakit karena akan berdampak pada kesehatan manusia yang mengkonsumsi susu tersebut. Hal ini untuk menghindari terjangkitnya penyakit mastitis akibat susu yang berasal dari sapi yang sakit atau kurang baik.

- b. Kebersihan hewan

Kebersihan hewan sangat penting untuk diperhatikan. Kebersihan ini diperhatikan pada saat hendak pemerah susu sapi. pastikan bahwa ambing dalam keadaan bersih. Agar susu yang keluar dari puting tidak bercampur dengan kotoran yang berada disekitaran ambing. Apabila hal ini terjadi

susu akan tercemar dan akan dapat menimbulkan penyakit kepada manusia yang mengkonsumsi.

c. Kebersihan lingkungan

Lingkungan adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas susu. Lingkungan yang baik dan bersih akan mendukung kualitas susu yang dihasilkan. Maka dari itu lingkungan harus terhindar dari bakteri yang akan mencemari air susu.

d. Suhu yang sesuai dan toko susu yang baik dan sesuai

Menjaga suhu agar tetap pada kondisinya. Dimana susu penyimpanan susu yang baik adalah pada suhu 32°C. Kondisi ini merupakan kondisi yang tepat untuk penyimpanan susu. Karena apabila suhu tidak diatur sesuai dengan suhu yang tepat maka akan menimbulkan bakteri dapat bertumbuhkembang. Dimana 1 bakteri dalam waktu 12 jam dapat berkembangbiak menjadi 16.000. Maka dari itu, penting untuk mengatur suhu penyimpanan susu.

e. Kebersihan kamar susu

Keberihan kamar susu yang dimaksud adalah keadaan kamar susu seperti ruangan harus bersih dan terhindar dari debu, ventilasi harus dalam keadaan bersih dan baik. Usahakan agar kamar susu berwarna putih. Hal ini penting untuk dapat mencegah kotoran-kotoran yang ada dan agar mudah dibersihkan.

f. Hindari lalat

Lalat merupakan binatang terbang yang mudah hinggap disuatu makanan atau minuman. Seorang pemerah susu harus memperhatikan lalat yang hinggap, karena lalat merupakan hewan yang membawa $\frac{1}{4}$ kuman/bakteri pada kakinya. Hal ini nantinya akan berdampak pada kualitas susu yang dapat menyebabkan penyakit bagi yang konsumsinya.

g. Hindari Bakteri

Menghindari bakteri dapat dilakukan dengan cara, di antaranya:

- Bilas semua peralatan dan perlengkapan dengan menggunakan air panas dan keringkan dengan segera.

- Pindahkan “milkstone” dari peralatan agar bakteri tidak dapat berkembang biak.
- Atur suhu penyimpanan agar bakteri tidak dapat berkembangbiak.
- Lakukan sanitasi dengan cara membersihkan dan sterilisasi alat-alat yang digunakan.
- Dalam kamar susu gunakan penerangan yang baik, agar bakteri tidak dapat berkembangbiak. Karena bakteri lebih menyukai tempat yang gelap untuk berkembangbiak dibandingkan tempat yang terang.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelina, Jesica. 2014. Makalah Serratia marcescens. <http://kesehatanbangsa.blogspot.co.id/2014/11/makalah-serratia-marcescens.html>, diakses pada 15 Juni 2016).
- Abbas dan Nurwantoro.1997. Mikrobiologi Pangan Hewani dan Nabati. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Anonim. 2006. Probiotik. <https://id.wikipedia.org/wiki/Probiotik> (diakses pada 10 Juni 2017)
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet, dan M. Wotton.1987. Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Universitas Indonesia, Press Jakarta
- Budiana, N. S. dan Susanto, D. 2005.Susu Kambing.Penebar Swadaya, Jakarta Cetakan pertama, Liberti, Yogya.
- Darmajati. 2008. Himpunan Studi Ternak Produktif. (Hstp.fkh.ugm.ac.id/wp/?=265) (diakses pada 14 Juni 2017)
- Fardiaz, S. 1993. Analisis Mikrobiologi Pangan. PT. Raja Grafindo Persada; Jakarta.
- Girisona. 1995. Petunjuk Beternak Sapi Perah. Kanisius:Yogyakarta
- Hadiwiyoto, (1994), Teori dan Prosedur Mutu Susu dan Hasil Olahannya,Cetakan pertama, Liberti, Yogya.
- Jenie, B.S.L dan W.P. Rahayu. 1993. Penanganan Limbah Idustri Pangan. Kanisius. Jakarta.
- Johnson, A. H., dan M. S. Peterson. 1974. The Encyclopedia of food technology III. The AVI Publishing Company Inc. Wesport. Connecticut
- Marhana, Rania. 2013. Leuconostoc mesenteroides sebagai bakteri penghasil dextren. <https://raniamrhn.wordpress.com/2013/12/27/leuconostoc-mesenteroides-bakteri-penghasil-dextran-2/> (diakses pada 14 Juni 2017)
- Muchidin, A. 1993.Diklat Teknologi Pengolahan Pangan.Universitas Bandung Raya.
- Ressang, A. A., A. M. Nasution. 1989. Pedoman Mata Pelajaran Ilmu Kesehatan Susu (Milk Hygiene).Edisi ke empat.Bagian Kesehatan Masyarakat Veteriner. Fakultas Kedokteran IPB.
- Salle, A.J. Fundamental Principles of Bacteriology. New Delhi : Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd. 1979.
- Standar Nasional Indonesia.2001. Batas Maksimum Cemar Mikroba dan Batas Maksimum Residu dalam Bahan Makanan Asal Hewan. DIrktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner, Departmen Pertanian
- Sumoprastowo, R. M. 2000. Memilih dan Menyimpan Sayur Mayur, Buah-Buahan dan Bahan Makanan. Bumi Aksara, Jakarta.
- Volk, W. A. dan M. F. Wheeler. 1993. *Mikrobiologi Dasar*, Erlangga, Jakarta
- Winarno.2007. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta
- Yuniati, H. dan Sahara, E. 2012.Komponen Bioaktif Protein dan Lemak dalam Susu Kuda Liar. Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan
- Zall, R. R. 1972 Characteristic of milking center waste effluents from New York State Dairy farm. J. Milk Food Technol. 35, 53-55