

SUSU

Susu berdasarkan definisi yang baku diartikan sebagai hasil sekresi dari kelenjar mammae atau kelenjar susu mamalia, baik binatang maupun manusia^[1,2]. Susu dapat dikonsumsi dalam bentuk susu segar maupun dalam bentuk produk olahan. Binatang yang banyak diambil susunya untuk dikonsumsi adalah sapi, kerbau, kambing dan domba.

Komposisi Susu

Susu merupakan makanan dengan nutrisi yang lengkap bagi bayi yang baru lahir. Komposisi dari susu dapat dilihat pada Tabel 1. Komposisi susu yang ditampilkan adalah komposisi yang mayor (terdapat pada susu dalam jumlah besar), tidak termasuk kandungan vitamin, enzim, dan komponen minor dalam susu.

Tabel 1. Komposisi Susu

Komponen	Rerata kandungan dalam susu (% b/b)	Kisaran (% b/b)	Rerata kandungan dalam berat kering (% b/b)
Air	87,1	85,3 – 88,7	-
Padatan non lemak	8,9	7,9 – 10,0	-
Lemak dalam berat kering	31	22 – 38	-
Laktosa	4,6	3,8 – 5,3	36
Lemak	4,0	2,5 – 5,5	31
Protein	3,3	2,3 – 4,4	25
Kasein	2,6	1,7 – 3,5	20
Mineral	0,7	0,57 – 0,83	5,4
Asam organik	0,17	0,12 – 0,21	1,3
Lain-lain	0,15	-	1,2

Sumber: Walstra *et al.* (2006)

Laktosa atau gula susu atau 0-4-D-galactopyranosyl-(1,4)-glucopyranose merupakan karbohidrat utama yang khusus terdapat pada susu. Laktosa termasuk dalam kelompok disakarida yang terdiri dari glukosa dan galaktosa. Glukosa dan galaktosa terdapat secara melimpah dalam metabolisme mamalia. Laktosa dapat dipisahkan dari susu melalui proses kristalisasi. Kristal laktosa banyak

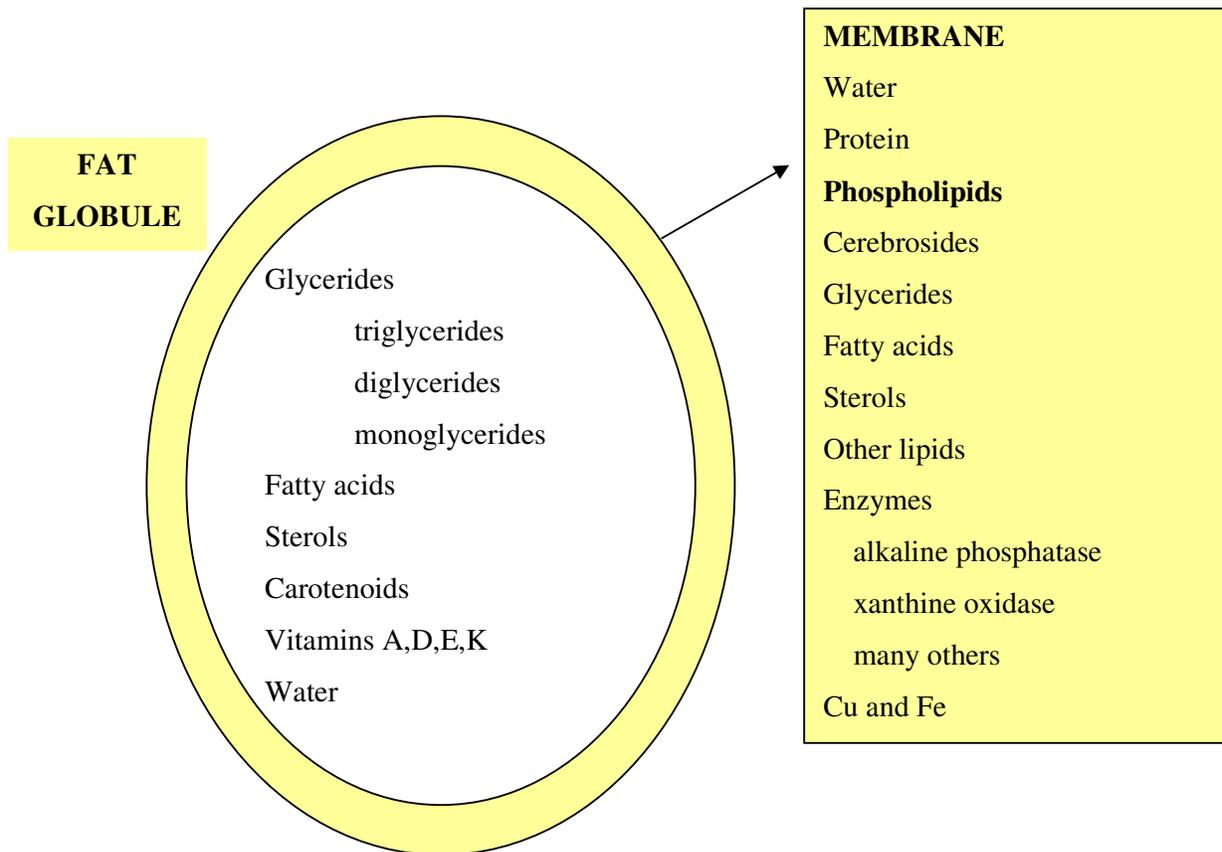
diaplikasikan pada pengolahan pangan dan obat-obatan, terutama sebagai bahan pengisi (*filling material*). Laktosa juga tergolong kelompok gula pereduksi. Reaksi laktosa dapat terjadi terutama bila susu dipanaskan. Contoh reaksi yang berhubungan dengan laktosa adalah reaksi karamelisasi dan reaksi Maillard^[2].

Laktosa memiliki tingkat kemanisan 0,3 kali lebih manis daripada sukrosa (gula tebu). Namun acapkali dalam susu, kemanisan sukrosa tersamarkan oleh kasein. Di dalam darah laktosa tidak dapat langsung diserap, terlebih dahulu harus dihidrolisa menjadi glukosa dan galaktosa. Hidrolisa sukrosa dilakukan oleh enzim laktase, yaitu β -galactosidase yang dihasilkan dari sekresi usus halus. Ada kelompok orang tertentu yang tidak memiliki enzim laktase yang cukup untuk menghidrolisa laktosa. Akibatnya, setelah mengonsumsi susu sebagian orang menderita diare. Kelompok ini sering disebut menderita *lactose intolerant*. Balita (anak di bawah usia lima tahun) banyak kelompok yang menderita *lactose intolerant* ^[2].

Lemak susu secara umum disusun oleh trigliserida atau triasilgliserol (98% dari total lemak pada susu) yang mengikat berbagai jenis asam lemak. Komponen asam lemak pada susu memiliki panjang rantai karbon yang bervariasi, antara 2 hingga 18 rantai karbon, dan juga derajat kejenuhan yang berbeda-beda (0 – 4 ikatan rangkap). Jenis lipida lain yang terdapat dalam susu adalah fosfolipida, kolesterol, asam lemak bebas, monogliserida, dan digliserida. Kandungan lemak yang relatif tinggi membuat peluang terbentuknya *off-flavor* sangat tinggi. Di dalam lemak susu juga terdapat sejumlah vitamin, terutama vitamin A, D, dan sedikit vitamin E ^[2].

Lemak di dalam susu terdapat dalam bentuk globula lemak (Gambar 1). Globula lemak susu dapat terkonsentrasi oleh karena gravitasi, yaitu kondisi dimana bagian lemak berkumpul jadi satu. Kondisi demikian sering disebut dengan *creaming* yang merupakan indikasi kerusakan susu secara fisik. Globula lemak tersusun atas bagian lemak yang tersusun atas banyak senyawa dan memiliki struktur yang kompleks. Globula lemak dilindungi oleh membran yang tersusun atas air, lipoprotein dan juga komponen lemak yang disebut fosfolipid. Senyawa

fosfolipid bersifat amphipolar, yaitu senyawa yang memiliki muatan, baik kelompok asam maupun basa. Fosfolipid sering diaplikasikan sebagai surfaktan, karena memiliki permukaan yang aktif (*surface active*) [2]. Proporsi membran globula lemak dalam berat kering berkisar 2,5% dari total lemak pada susu. Hanya ada sebagian kecil lemak pada susu yang berada di luar sistem globula lemak. Pada suhu di bawah 35°C sebagian senyawa lemak yang berada di dalam globula lemak dapat mengalami kristalisasi.



Gambar 1. Komposisi globula lemak susu

Sekitar 95% dari nitrogen pada susu berada dalam bentuk protein. Protein susu sebagian besar (sekitar 80%) terdiri atas casein, yang tersusun atas α S1-, α S2-, β -, and κ -casein. Casein merupakan protein khusus yang hanya terdapat pada susu. Protein lain yang terdapat pada susu adalah protein whey, atau sering disebut pula

sebagai serum protein yang sebagian besar kandungannya adalah β -lactoglobulin. Selain itu susu juga mengandung sejumlah protein minor, termasuk berbagai jenis enzim [2].

Casein akan mengalami presipitasi (pengendapan) pada pH 4,6 atau bila ada penambahan mineral kalsium. Sifat ini sangat berpengaruh pada pembuatan keju, dimana penggumpalan susu dilakukan dengan penambahan *rennet casein* - yang kaya akan kandungan kalsium fosfat. *Rennet* merupakan bagian yang diambil dari perut sapi muda yang kaya akan enzim rennin. Casein bersifat hidrofobik dan mempunyai banyak muatan. Casein tidak mudah terdenaturasi, namun pemanasan mendekati 120°C akan mendorong perubahan kimiawi casein, sehingga sifatnya menjadi *insoluble* [2].

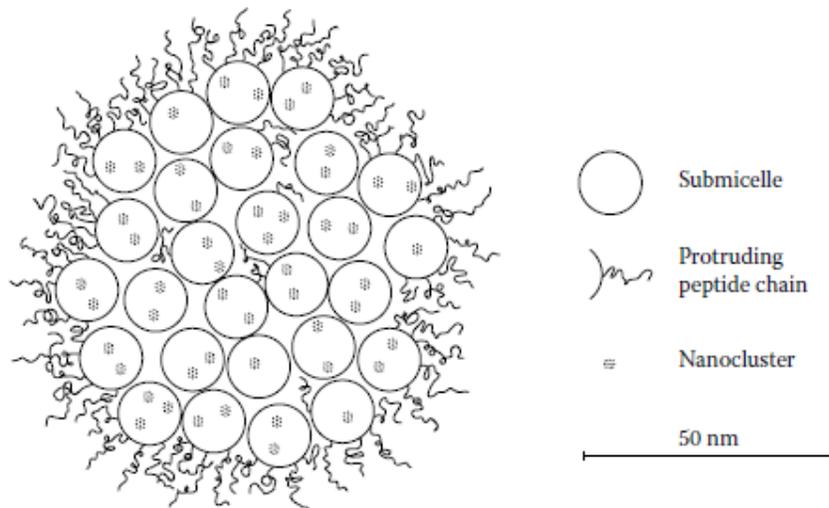
Tabel 2. Komposisi serum susu

<p><u>Water</u> <u>Carbohydrates</u> lactose glucose others <u>Minerals</u> Ca, bound Ca, ions Mg K Na Cl phosphate sulfate bicarbonate <u>Trace elements</u> Zn/Fe/Cu and many Others</p>	<p><u>Organic acids</u> citrate formate acetate lactate oxalate others <u>Gases</u> oxygen nitrogen <u>Lipids</u> glycerides fatty acids phospholipids cerebrosides sterols <u>Vitamins</u> B vitamins ascorbic acid</p>	<p><u>Proteins</u> casein β-lactoglobuline α-lactalbumine serum albumin immunoglobulines protease pepton <u>NPN</u> peptides amino acids urea ammonia <u>Enzymes</u> acid phosphatase peroxidases many others <u>Phosphoric esthers</u> <u>Others</u></p>
--	--	---

Sumber: Walstra *et al.* (2006)

Di dalam susu kasein banyak terdapat dalam bentuk casein micelle atau kumpulan casein. Casein micelle memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan

karakteristik susu, terutama sifat koloidal susu. Casein micelle tersusun atas air, protein, garam (kalsium fosfat, kalium, magnesium, dan natrium), *protease peptone*, dan beberapa jenis enzim. Pada susu segar yang tidak didinginkan, casein micelle akan nampak sebagai partikel bulat dengan ukuran diameter 40 hingga 300 nm [2]. Banyak teori tentang struktur casein micelle. Salah satu model tentang bentuk micelle dapat dilihat di Gambar 2. Model tersebut mengilustrasikan bahwa micelle terdiri atas komposisi campuran submicelle, dengan ukuran diameter 12 - 15 nm, dan setiap submicelle 20 -25 molekul casein.



Sumber: Walstra *et al.* (2006)

Gambar 2. Model dari bentuk casein micelle

Jenis protein yang lain adalah protein serum atau protein whey. Protein ini terdapat dalam bentuk terlarut dalam serum. Bentuk dari protein whey adalah globular, kecuali pada *protease peptone*. Immunoglobulin, merupakan salah satu bentuk protein serum. Jenis protein ini banyak terdapat pada kolostrum, yaitu cairan susu yang keluar pada beberapa hari pertama setelah binatang mamalia atau manusia melahirkan. Kolostrum merupakan cairan dengan warna agak kekuningan dan sangat baik untuk diberikan pada bayi yang baru lahir karena akan memberikan kekebalan pasif dan nutrisi yang baik. Kekebalan pasif ini sangat berkaitan erat dengan konsentrasi immunoglobulin yang tinggi di dalam

kolostrum. Kolostrum juga kaya akan sejumlah mineral, seperti natrium, kalsium, magnesium, fosfat, dan klorida. Kolostrum juga kaya akan karoten. Banyak penelitian telah dilakukan pada kolostrum, terutama yang berkaitan dengan kandungan bioaktifnya, seperti *growth factors*. Berbagai kelebihan kolostrum menyebabkan harga kolostrum berkali lipat lebih mahal dibandingkan susu bubuk.

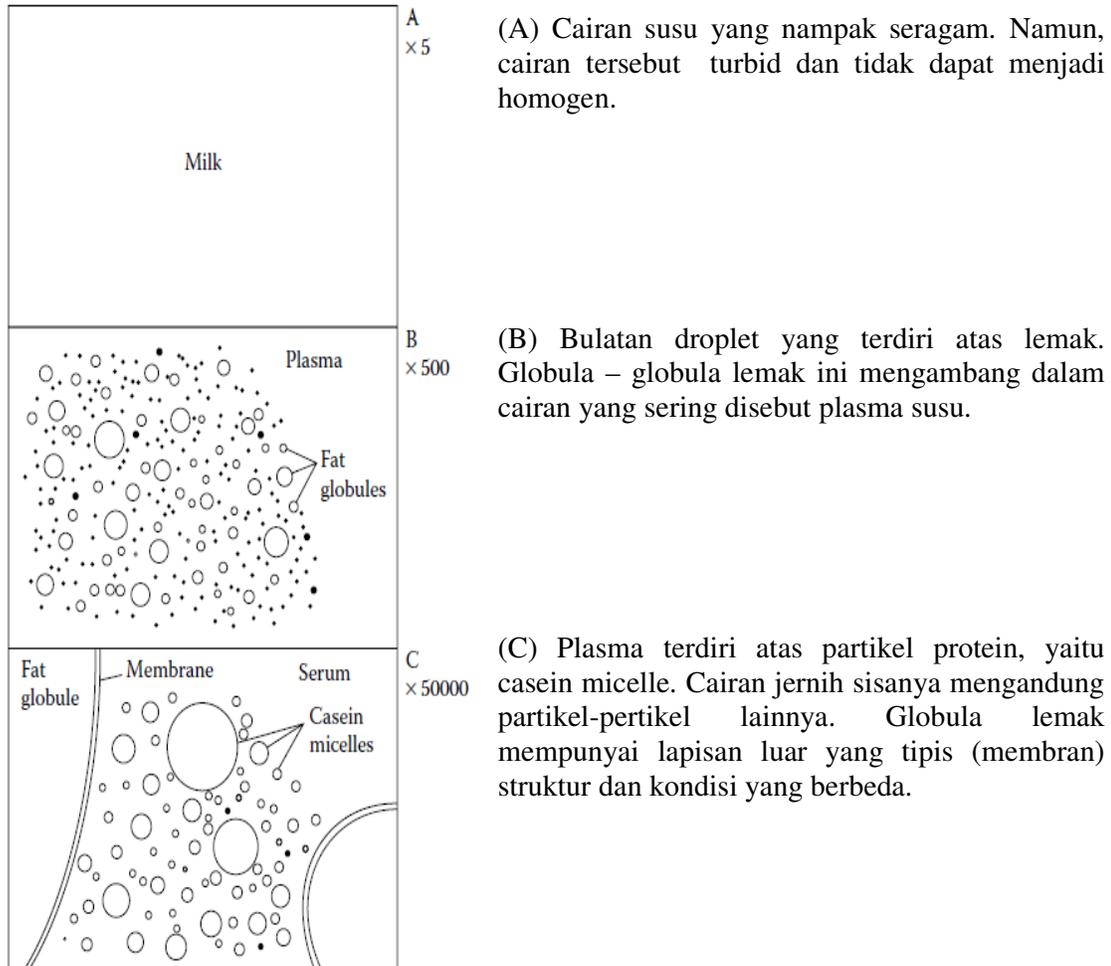
Berbeda dengan casein, protein whey sangat sensitif terhadap panas. Sifatnya hidrofobik dengan bentuk rantai peptida yang tergulung kompak. Bila susu dipanaskan pada pH di bawah 6,5 protein ini akan menjadi *insoluble* yang menyebabkan protein ini mengalami denaturasi.

Selain casein dan protein whey, di dalam susu juga terkandung sejumlah protein lain dalam jumlah kecil. Di dalam globula lemak misalnya, terkandung berbagai macam glikoprotein dan enzim. Sebagian besar enzim pada susu terdapat di dalam globula lemak. Enzim ini sebagian besar dihasilkan dari eksresi kelenjar susu (contoh: plasmin dan katalase), namun sebagian lainnya dihasilkan dari sekresi mikroorganisme yang terdapat dalam susu (contoh proteinase dan lipase).

Salah satu komponen minor dalam susu adalah lactoferrin. Senyawa ini dapat berperan sebagai penghambat pertumbuhan sejumlah bakteri (*inhibitor*), termasuk *Bacillus subtilis* dan *Bacillus stearothermophilus*. Konsentrasi lactoferrin pada susu sapi jauh lebih rendah dibandingkan pada air susu manusia. Sejumlah asam amino esensial juga terdapat dalam susu, seperti leusine, isoleusine, triptophan, phenilalanine, threonine, methionine, dan valine.

Di dalam susu terkandung banyak jenis mineral yang bermanfaat bagi tubuh. Mineral utama (ada dalam jumlah yang besar) yang terdapat dalam susu meliputi kalium, natrium, kalsium, magnesium, klorida dan fosfat. Selain itu juga terdapat berbagai jenis mineral lain dalam jumlah yang sangat kecil (*trace mineral*). Selain itu susu juga mengandung sejumlah asam-asam organik, baik dalam bentuk ion atau pun garam. Salah satu asam organik yang terdapat di susu adalah sitrat. Susu juga merupakan sumber vitamin A dan sebagian besar vitamin B yang baik.

Struktur Komponen Susu



Gambar 3. Struktur senyawa penyusun komposisi utama pada susu

Koloid, Emulsi dan Kestabilan Susu

Di dalam cairan susu, baik globula lemak maupun protein, terutama casein micelle terdispersi dalam cairan plasma. Ukuran globula lemak jauh lebih besar dibandingkan dengan casein atau protein whey. Keberadaan globula lemak dan casein memberikan sifat koloidal pada susu. Koloidal merupakan suatu sistem dimana suatu partikel dalam bentuk padat, cair maupun gas dapat terdispersi pada suatu medium [3]. Oleh karena susu terdiri dari suatu partikel yang terdispersi dalam suatu senyawa yang lain, maka susu juga memiliki suatu sistem emulsi. Berdasarkan jenis emulsinya, susu termasuk dalam sistem emulsi *o/w* (*oil in water*

atau lemak dalam air), yang menjelaskan bahwa molekul globula lemak terdispersi dalam cairan. Susu merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki sistem emulsi yang baik oleh karena kandungan caseinate dan juga whey, yang memiliki permukaan aktif (*surface active*) yang sangat mudah terabsorpsi pada interface minyak – air. Keduanya sangat berperan dalam menjaga kestabilan emulsi susu.

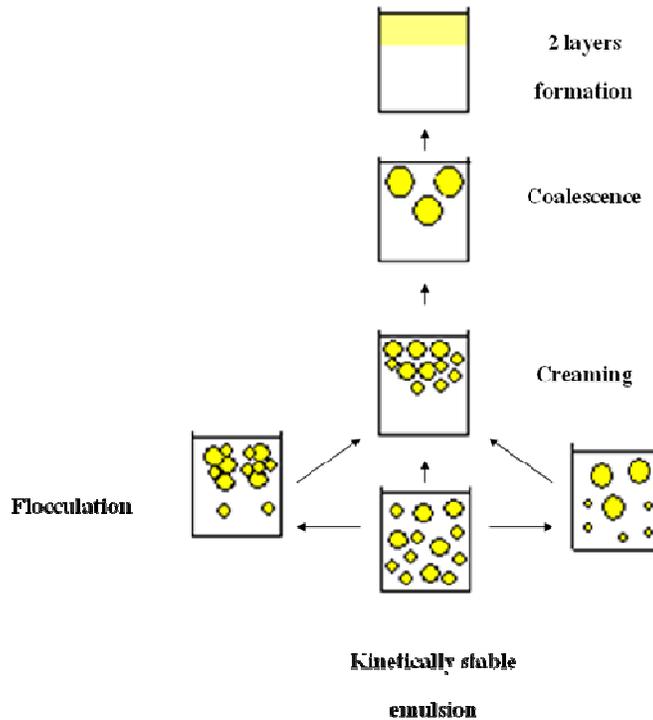
Sebagai suatu sistem koloid dan emulsi, susu dapat mengalami kerusakan secara fisik oleh karena perbedaan ukuran partikel dalam sistem koloidnya. Sebagai ilustrasi, susu segar yang dibiarkan saja lama kelamaan akan tampak memisah. Hal ini disebabkan karena gaya gravitasi akan mendorong kecenderungan globula lemak dan casein micelle membentuk agregat. Demikian pula bila susu disentrifugasi. Perubahan ini sering disebut dengan *creaming* atau sedimentasi.

Tabel 3. Sifat dari elemen-elemen dalam susu

	Fat	Casein Micells	Globular Protein	Lipoprotein Particle
Main component(s)	Fat	Casein, water salts	Serum proteins	Lipids, proteins
To be considered as	Emulsion	Fine dispersion	Colloidal solution	Colloidal dispersion
Content (% dry matter)	4	2.8	0.6	0.01
Volume fraction	0.04	0.1	0.006	10 ⁻⁴
Particle diameter	0.1 – 10 μm	20 – 300 nm	3 – 6 nm	10 nm
Number per ml	10 ¹⁰	10 ¹⁴	10 ¹⁷	10 ¹⁴
Surface area (cm ² /ml milk)	700	40.000	50.000	100
Density (20 °C; kg/m ³)	900	1100	1300	1100
Diffusion rate (mm in 1 h)	0.0	0.1 – 0.3	0.6	0.4

Creaming dapat diartikan sebagai pemisahan droplet teremulsi karena gravitasi yang kemudian membentuk suatu fase yang padat tanpa terjadi perubahan ukuran droplet (Gambar 4). Pada saat *creaming*, globula lemak akan memisah menuju ke

permukaan. Bila susu yang telah mengalami *creaming* tetap dibiarkan, maka lama kelamaan akan terbentuk agregat yang lebih besar, yang prosesnya disebut dengan flokulasi. Semakin lama ukuran agregat akan semakin besar hingga terjadilah pemisahan yang sempurna antara fase minyak dan air pada susu, yang disebut dengan *coalescence*.



Gambar 4. Kinetika kestabilan sistem emulsi pada susu

Creaming dapat diatasi dengan cara mereduksi ukuran globula lemak melalui proses homogenisasi, dimana globula lemak susu dipompa pada tekanan yang sangat tinggi (hingga 400 bar) dan dilewatkan pada saluran pipa keluar dengan diameter yang sangat kecil (yang memiliki lubang – lubang dengan diameter berukuran mikro atau nanometer). Penurunan ukuran globula lemak akan meningkatkan permukaan area spesifik dan membuat sistem emulsi susu menjadi lebih stabil.

Kualitas susu segar

Kualitas susu segar dapat dinilai dari parameter kandungan total padatan yang mencakup: protein (minimal 2,7%), lemak (minimal 3%), dan padatan bukan lemak (minimal 8%). Oleh karena itu, biasanya susu segar dihargai berdasarkan beratnya, bukan volumenya. Berbeda pada susu yang telah mengalami pengolahan (susu cair), biasanya volume yang menjadi patokan harga jual. Selain itu titik beku dan juga densitas susu merupakan parameter yang dapat mengindikasikan kualitas susu. Titik beku susu adalah 0,53 K. Densitas pada susu segar sangat bervariasi. Densitas susu akan semakin tinggi bila jumlah padatan non lemak tinggi dan densitas akan mengalami penurunan bila kandungan lemak pada susu semakin tinggi. Kualitas susu segar dapat dipengaruhi oleh banyak hal, seperti pakan yang diberikan pada ternak, faktor genetis, cuaca, status kesehatan ternak, proses pemerahan susu dan penyimpanannya, serta penanganan paska pemerahan.

Keasaman susu diwakili oleh nilai pH juga merupakan parameter susu yang penting. Susu segar yang baik memiliki pH yang netral. Perubahan pH dapat terjadi, salah satunya disebabkan oleh mikroorganisme, terutama bakteri asam laktat, yang dapat meningkatkan keasaman pada susu sehingga pH susu menurun. Susu memiliki nilai nutrisi tinggi, sehingga dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme baik pembusuk maupun patogen. Selama berada di dalam kelenjar susu hewan yang sehat, susu masih dalam kondisi steril. Kendala muncul ketika sapi yang diperah tidak dalam kondisi sehat. Masalah lain yang juga sering dijumpai adalah praktek higienitas saat pemerahan dan proses penanganan setelahnya yang tidak dilakukan dengan baik. Penanganan yang tidak baik selama proses dapat menyebabkan masuknya kontaminan fisik, kimiawi maupun mikrobiologis ke dalam susu. Dari ketiga golongan utama kontaminan tersebut, kontaminasi oleh mikroorganisme paling rawan dan paling sering terjadi pada susu^[4].

Karakteristik *Whipping* dan *Foaming*

Seperti telah didiskusikan di atas bahwa protein memiliki permukaan yang aktif, oleh karena itu protein mempunyai kemampuan absorpsi pada *interface* udara-air selama pembentukan busa (*foam*). Busa ini terbentuk melalui pendispersian udara

ke dalam cairan yang mengandung permukaan aktif secara mekanis. Difusi protein ke *interface* udara-air dengan cepat dengan tujuan untuk mengurangi tegangan permukaan diikuti dengan penguraian struktur protein merupakan proses yang penting dalam pembentukan busa pada *protein-based foams*. Busa yang dihasilkan oleh caseinate biasanya memiliki pengembangan (*overrun*) yang tinggi, namun lebih tidak stabil dibandingkan dengan busa dari *whey protein concentrates* (WPC). Sifat foaming ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: konsentrasi protein, derajat denaturasi, kekuatan ionik, pemanasan, dan keberadaan lipida.

Kerusakan susu segar

Susu segar merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme karena kandungan karbohidrat, protein dan juga lemak yang tinggi di dalam susu. Selain itu susu juga memiliki pH yang netral. Oleh karena itu penurunan kualitas susu segar dapat terjadi dengan cepat selama penanganan di peternakan hingga distribusi ke konsumen. Jumlah mikroorganisme yang ada pada susu segar yang baru saja diperah dari sapi yang sehat biasanya sangat rendah (sekitar 1000 cfu/ml). Namun jumlah ini dapat mencapai beratus kali lipat setelah susu disimpan pada suhu ruang selama beberapa waktu ^[5]. Semakin panjang rantai suplai, maka peluang kontaminasi mikroorganisme akan semakin tinggi, apalagi bila saat pasca pemerahan susu tidak ditangani dengan baik.

Bakteri kelompok *mesophilic* dan *psychotrophic* dapat tumbuh dengan baik pada suhu ruang maupun suhu penyimpanan dingin. Bakteri jenis *coliform*, bakteri penghasil asam laktat dan bakteri patogen banyak ditemukan pada susu ^[6]. Jenis *coliform* dan *Escherichia coli* banyak dijumpai pada susu segar karena kontaminasi dari lingkungan sekitar proses produksi (kotoran hewan dan tanah), peralatan yang dipakai maupun dari air yang digunakan untuk mencuci peralatan. Oleh karena itu, keberadaan bakteri *coliform* biasanya dijadikan indikator yang mencerminkan kualitas penerapan sanitasi, sedangkan keberadaan *E.coli* mengindikasikan kemungkinan kontaminasi dan adanya risiko bahaya oleh patogen di saluran pencernaan atau intestinal ^[7, 5]. Meskipun *coliform* dan *E.coli* mudah dimatikan dengan pasteurisasi, banyak kasus *foodborne*

disease setelah konsumsi susu menemukan adanya jenis bakteri – bakteri tersebut pada pasien yang menderita sakit perut atau diare.

Sejumlah bakteri patogen berhasil diidentifikasi pada susu segar. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa bakteri patogen dapat tumbuh dengan baik di susu segar (Tabel 4). Beberapa strain bakteri tersebut sering ditemukan pada kasus keracunan yang terkait dengan konsumsi susu. Keberadaan bakteri patogen seperti yang disebutkan sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kasus *foodborne outbreak* yang kadang berujung dengan sakit atau kematian. Bakteri patogen pada dasarnya dibagi menjadi dua kelompok utama, penyebab infeksi dan penyebab intoksikasi. Bakteri penyebab infeksi pada umumnya menyebabkan penyakit karena dapat bermultiplikasi dan menghasilkan racun di dalam tubuh. Yang termasuk ke dalam golongan ini adalah *C. jejuni*, *L. monocytogenes*, *E.coli*, dan *Salmonella spp.* Sementara bakteri penyebab intoksikasi adalah bakteri yang menghasilkan racun saat bermultiplikasi di bahan pangan. Racun yang dihasilkan oleh bakteri ini dapat menyebabkan sakit ketika bahan pangan dikonsumsi oleh manusia. Jenis bakteri intoksikasi adalah *B. cereus*, *S. aureus* dan *C. botulinum*.

Tabel 4 . Bakteri patogen yang teridentifikasi pada susu segar

Jenis mikroorganisme patogen	Penelitian
<i>E. coli</i> O157:H7	Chye <i>et al.</i> , 2004
<i>Staphylococcus aureus</i>	Bonfoh <i>et al.</i> , 2003; Gran <i>et al.</i> , 2003 ; Verdier-Metz <i>et al.</i> , 2009
<i>Salmonella spp</i>	Chye <i>et al.</i> , 2004
<i>Listeria spp</i>	Chye <i>et al.</i> , 2004
<i>Bacillus cereus</i>	Ryser, 1998 dalam Chye <i>et al.</i> , 2004; Verdier-Metz <i>et al.</i> , 2009
<i>Clostridium botulinum</i>	Ryser, 1998 dalam Chye <i>et al.</i> , 2004
<i>Campylobacter jejuni</i>	Ryser, 1998 dalam Chye <i>et al.</i> , 2004

Mempertimbangkan bahwa bakteri pembusuk dan patogen sangat mudah tumbuh pada susu segar, maka higienitas dan aplikasi sanitasi yang baik perlu dilakukan mulai dari kondisi kandang, pakan ternak, air minum ternak, peralatan yang digunakan dalam pemerahan, sumber air bersih, kebersihan ternak, tenaga kerja

yang melakukan pemerahan dan proses pemerahan hingga paska pemerahan. Perlakuan pendinginan susu di bawah 4°C dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Demikian juga dengan perlakuan pasteurisasi susu dan penambahan laktoperoksidase pada susu.

Kerusakan susu juga dapat dikarenakan oleh reaksi enzimatik. Banyak dari bakteri *psychrotrophic* yang diisolasi dari susu dapat memproduksi enzim ekstraselular yang dapat merusak protein dan lemak susu melalui reaksi proteolisis dan lipolisis. Enzim lipase yang dihasilkan oleh bakteri yang tumbuh pada susu dapat menghidrolisis lemak susu menjadi asam lemak bebas. Keberadaan asam lemak bebas tersebut akan menimbulkan perubahan aroma dan flavor pada susu. Aroma tengik (*rancid*), bersabun dan juga rasa yang pahit dapat timbul dari degradasi lemak susu.

Degradasi protein susu oleh enzim juga dapat menimbulkan perubahan pada flavor susu. Beberapa faktor lain selain mikroba dan enzim yang dapat menyebabkan timbulnya *off-flavor* pada susu segar antara lain adalah: cahaya, ion logam, dan kontaminasi dari sapi ke susu.

Susu UHT dan Susu Pasteurisasi

Untuk memperpanjang usia susu segar biasanya ada dua perlakuan yang diberikan, yaitu pasteurisasi dan sterilisasi menggunakan *ultra high temperature* (UHT). Pasteurisasi merupakan proses pemanasan susu pada suhu 63°C selama 30 menit atau 72-75°C selama 15-20 detik (dikenal dengan *high temperature short time* - HTST). Pasteurisasi dapat membunuh sebagian besar bakteri *psychrotroph* Gram negatif, tetapi tidak mampu menghambat degradasi oleh enzim ekstraselular. Pada susu yang dipasteurisasi, bakteri *thermoduric* dan bakteri penghasil spora masih dapat bertahan, contohnya *Bacillus cereus*. Spora dari bakteri tersebut dapat bertahan selama pasteurisasi dan akan tumbuh perlahan pada suhu yang rendah, akibatnya susu yang telah mengalami pasteurisasi tetap akan rusak. Demikian pula enzim yang secara alami terdapat pada susu segar,

selama pasteurisasi tidak dapat diinaktifkan, contohnya seperti lipase yang akan menimbulkan *soapy off-flavor*.

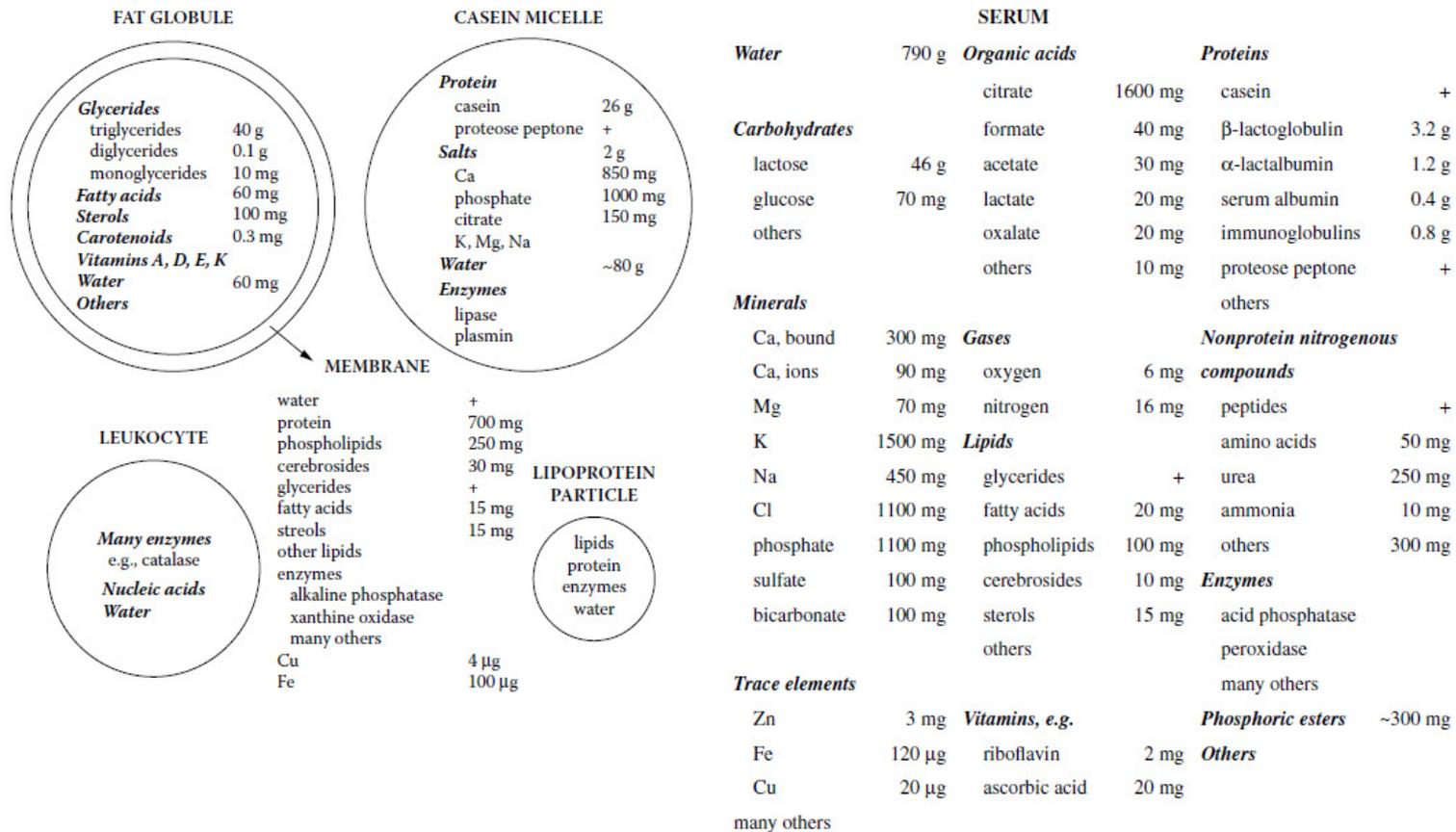
Pemanasan susu dengan UHT dilakukan pada 135 - 140°C selama beberapa detik. UHT dapat membunuh baik bakteri pathogen maupun pembusuk. Bakteri penghasil spora yang paling tahan terhadap panas tinggi seperti *Clostridium botulinum* dan juga beberapa enzim dapat diinaktifkan. Produk UHT dapat disimpan dalam suhu ruang dengan jangka waktu yang cukup lama tanpa terjadi perubahan terhadap kualitas produk, terutama perubahan secara mikrobiologi. Namun perubahan kimiawi atau pun fisik tetap dapat terjadi, seperti pencokalatan karena reaksi Maillard, pengentalan produk maupun pembentukan gel selama penyimpanan (gelasi).

REFERENCES

1. Potter, N.N. and J. H. Hotchkiss. 1996. Food Science. 5th Ed. CBS Publishers and Distribution. New Delhi.
2. Walstra, P., J.T.M. Wouters & T. J. Geurts. 2006. Dairy Science and Technology 2nd Edition. Taylor and Francis Group. Boca Raton.
3. Bateman, H., H. Sargeant & K. McAdam. 2006. Dictionary of Food Science and Nutrition. A & C Black. London.
4. Hantoro, I dan K. P. Dwiana. 2010. Penerapan Praktek Produksi Dan Penanganan Yang Baik Sebagai Upaya Menjamin Mutu Dan Keamanan Untuk Meningkatkan Daya Saing Susu Segar Produksi Lokal. Jurnal RENAI.
5. Chye, F.Y., A. Abdullah & M.K. Ayob. (2004). Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. Food Microbiology, 21, 535 - 541.
6. Verdier-Metz, I., V. Michel., C. Delbès & M-C. Montel. (2009). Do milking practices influence the bacterial diversity of raw milk? Food Microbiology, 26, 305 - 310.
7. Gran, H.M., A.N. Mutukumira, A. Wetlesen & J.A. Narvhus. (2002). Smallholder dairy processing in Zimbabwe: hygienic practices during milking and the microbiological quality of the milk at the farm and on delivery. Food Control, 13, 41 - 47.
8. Bonfoh, B., A. Wasem, A.N. Traorè, A. Fanè, H. Spillmann, C.F. Simbè, I.O. Alfaroukh, J. Nicolet, Z. Farah & J. Zinsstag. (2003). Microbiological quality of cows' milk taken at different intervals from the udder to the selling point in Bamako (Mali). Food Control, 14, 495 - 500.

LAMPIRAN. Kompisisi dan Struktur pada Susu

Composition and Structure of Milk^a



^a Approximate average quantities in 1 kg milk. Note: The water in the casein micelles contains some small-molecule solutes.