

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Susu

Definisi susu menurut Hadiwiyoto (1983) adalah hasil pemerahan sapi atau hewan yang menyusui lainnya, yang dapat dimakan atau dapat digunakan sebagai bahan makanan yang aman dan sehat serta tidak dikurangi komponen-komponennya atau ditambahkan bahan-bahan lain. Secara kimia, susu adalah emulsi lemak dalam air yang mengandung gula, garam-garam mineral, protein dalam bentuk suspensi koloidal (Rahman *et al.*, 1992).

Buckle *et al.* (1987) menyatakan bahwa susu merupakan bahan makanan yang sempurna karena mengandung zat-zat gizi yang diperlukan tubuh, karena susu merupakan makanan utama dan pertama untuk bayi mamalia yang dilahirkan. Komposisi susu bervariasi dan tergantung pada banyak faktor. Normalnya susu mengandung rata-rata 3,60% lemak, 3,20% protein, 4,70% laktosa, abu 0,65% dan air 87,25%, serta bahan kering 12,75% (Soeparno, 1992).

Susu sebagai bahan pangan yang mengandung senyawa-senyawa penting bagi manusia seperti protein, karbohidrat, lemak, semua vitamin B, vitamin A, kalsium dan fosfor (Putgers dan Ebing, 1992). Susu kerbau memiliki kandungan gizi tidak kalah dibandingkan susu sapi. Kandungan lemak susu kerbau juga lebih banyak, sehingga kandungan energinya lebih tinggi dari susu sapi, karena potensi dan kandungan gizi yang sangat besar, susu kerbau dijuluki sebagai Emas Putih.

Jika dilihat dari komposisi nilai gizi yang terdapat di dalamnya, susu kerbau tidak kalah dengan susu asal ternak ruminansia lainnya (Murti, 2002).

## 2.2. Komposisi Susu

Komposisi susu akan sangat beragam tergantung pada beberapa faktor, adapun faktor tersebut secara garis besar adalah bangsa sapi perah, masa laktasi, umur sapi perah, infeksi kelenjar susu, faktor pakan, pengaruh musim dan frekuensi pemerahan (Legowo, 2009). Komposisi kimia susu rata-rata adalah sebagai berikut : lemak 3,9% protein 3,4%, laktosa 4,8%, abu 0,72%, air 87,10% bersama dengan bahan-bahan lain dalam jumlah yang sedikit seperti sitrat, enzim-enzim, fosfolipid, vitamin A, vitamin B dan vitamin C (Buckle *et al.*, 1987). Perbandingan komposisi susu yang terdapat pada beberapa jenis ternak yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Rata-Rata Susu Segar Berbagai Ternak

Jenis Susu	Lemak	Protein	Laktosa	Abu	Air
	------(%)-----				
Kerbau	7,40	4,74	4,64	0,78	82,44
Sapi	3,90	3,40	4,80	0,72	87,18
Kuda	1,59	2,00	4,14	0,41	89,86
Kambing	4,09	3,71	4,20	0,79	87,81
Domba	8,28	5,44	4,78	0,90	80,60
Kelinci	13,60	12,95	2,40	2,55	68,50

Sumber : Buckle *et al.* (1987)

Komposisi komponen susu yang terdapat pada Tabel 1 dipengaruhi oleh spesies, individu dalam satu spesies dan metoda analisa. Spesies hewan satu dapat memberikan komposisi yang sangat berbeda dengan spesies lain. Komposisi susu dari spesies oleh alam dimaksudkan untuk memberikan kecepatan pertumbuhan tertentu pada hewan. Perbedaan komposisi susu juga dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang dapat mempengaruhi jalannya proses fisiologi ternak (Adnan, 1984).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi komposisi susu tersebut yaitu jenis ternak, pakan, iklim, suhu, waktu laktasi, prosedur pemerahan dan usia ternak (Adnan, 1984). Buckle *et al.* (1987) menyatakan bahwa faktor-faktor lain yang mempengaruhi komposisi susu dapat juga dipengaruhi oleh faktor luar seperti pemalsuan (penambahan air atau bahan lain), kegiatan bakteri dan kurangnya pengadukan dalam pengambilan contoh.

### **2.3. Lemak susu**

Lemak dalam susu terdistribusi dalam bentuk emulsi. Emulsi lemak dalam susu terjadi karena keberadaan lemak biasanya dalam bentuk globula lemak yang terlindungi oleh membran (Widodo, 2003). Menurut Hadiwiyoto (1994) lemak dalam susu terdapat sebagai globula atau emulsi, yaitu bulatan-bulatan lemak berukuran kecil di dalam serum susu.

Globula lemak merupakan partikel terbesar dalam susu dengan diameter berkisar antara 0,1 – 20  $\mu\text{m}$  dan rata-rata ukurannya berkisar antara 3 – 4  $\mu\text{m}$ .

Dalam 1 ml suspensi susu tersusun atas 3.000 sampai 4.000 juta globula lemak (Widodo, 2003).

Secara kuantitatif lemak susu tersusun oleh 98 - 99% trigliserida yang terdapat dalam globula lemak: 0,2 - 1,0% fosfolipid yang terdapat dalam membran material dan sebagian dalam serum. Sisanya adalah sterol, yang kadarnya berkisar antara 0,25 - 0,40% (Adnan, 1984).

Lemak susu juga disebut *butter fat* merupakan komponen yang sangat penting dalam susu. Secara komersial lemak susu merupakan komponen yang sangat berharga. Flavor susu dan sebagian besar produk olahan terutama ditimbulkan oleh kandungan lemak dalam susu (Rahman *et al.*, 1992). Lemak pada susu merupakan salah satu komponen yang bertanggung jawab terhadap pembentukan citrasa, aroma dan tekstur keju. Keju yang dibuat dari susu tanpa lemak biasanya tidak membentuk tekstur yang keras dan tidak menghasilkan cita-rasa keju (Daulay, 1991).

#### **2.4. Susu Kerbau**

Sebagaimana ternak perah lain, kerbau memiliki hasil utama yaitu susu. Susu kerbau memiliki kandungan gizi tidak kalah dibandingkan susu sapi. Kandungan lemak susu kerbau juga lebih banyak, sehingga kandungan energinya lebih tinggi dari susu sapi. Susu kerbau memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi karena itu, potensi dan kandungan gizinya yang sangat besar, susu kerbau dijuluki sebagai Emas Putih. Dilihat dari komposisi nilai gizi yang terdapat di dalamnya, susu kerbau tidak kalah dengan susu asal ternak ruminansia lainnya

(Murti, 2002). Beberapa tahun terakhir komposisi susu kerbau di Italia telah ditingkatkan. Rata-rata kadar protein telah meningkat dari 4,4% pada tahun 2002 menjadi 4,6% pada 2009, sementara kandungan lemak rata-rata ditingkatkan dari 7,3% pada tahun 2002, menjadi 8,5% pada tahun 2010 ( Borghese *et al.*, 2011).

Kebutuhan dan kesadaran masyarakat akan susu semakin meningkat, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan kesehatan (Direktorat Jendral Peternakan, 2006). Susu kerbau mudah dikenal karena memiliki ciri seperti warnanya yang putih, kaya lemak, globula lemak susunya kecil dan beremulsi dengan baik. Lemaknya mudah dicerna dan mengandung mineral yang lengkap. Bahan dasar yang terdapat pada susu kerbau meliputi protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Kandungan lemak susu kerbau dalam 100 g susu segar sebesar 7,5% dan protein sebesar 4,8%, lebih tinggi dibandingkan susu sapi yang memiliki kandungan protein 3,2 % dan lemak 3,7% (Calandrelli, 2011).

## **2.5. Keju**

Keju adalah makanan yang dibuat dari dadih susu yang dipisahkan *curd*-nya, yang diperoleh dengan menggumpalkan bagian kasein dari susu dan susu skim (Buckle *et al.*, 1987). Definisi keju adalah produk yang dibuat dengan cara mengkoagulasikan kasein susu, susu skim atau susu yang diperkaya dengan krim. Terdapat lebih dari jenis keju yaitu *brick, cheddar, cottage, cream, edam, gauda, hand, limburg, naufthatel, permesan, provolone, romano, roquofort, sapsago, swiss, trappist dan keju whey* (Rahman *et al.*, 1992).

Keju mempunyai karakteristik-karakteristik tertentu seperti ukuran, bentuk, warna, penampakan eksternal, aroma, citarasa dan data analitik untuk presentase, lemak dalam bahan kering, presentase kandungan garam, presentase air dalam substansi bebas lemak dan sebagainya yang bisa dijadikan dasar untuk melakukan klasifikasi (Daulay, 1991). Klasifikasi produk keju berdasarkan kandungan air dan lemak dalam bahan kering.

## **2.6. Keju Mozarella**

Keju mozarella adalah keju khas Italia yang dibuat dari susu kerbau, artinya mozarella adalah keju dari susu kerbau namun di Indonesia susu kerbau sulit didapatkan maka susu kerbau diganti dengan susu sapi yang banyak didapat di daerah Indonesia. Keju mozarella adalah salah satu jenis keju lunak yang tidak dimatangkan. Menurut Willman dan Willman (1993), keju mozzarella adalah keju khas Italia yang sering digunakan sebagai lapisan atas pada pizza. Karakteristik keju mozzarella diantaranya elastis, berserabut dan lunak. Sifat-sifat demikian dapat terbentuk melalui proses penekanan (*working*) dan pembersihan dalam bak air panas hingga mulur. Pemanasan agar massa keju bersifat mulur, maka pemanasan dapat dilakukan pada suhu 70 - 80°C.

Keju yang berbahan dasar susu kerbau memiliki kadar protein yang lebih tinggi, karena kandungan protein susu kerbau lebih tinggi dibandingkan susu sapi. Sesuai dengan pendapat Calandrelli (2011) bahwa dalam 100 g susu segar protein susu kerbau sebesar 4,8%, lebih tinggi dibandingkan susu sapi yang memiliki kandungan protein 3,2%. Kadar protein yang dihasilkan dalam proses pembuatan

keju juga dipengaruhi oleh proses pengolahan yaitu metode koagulasi dadih dan penambahan asam serta rennet. Penggunaan rennet komersial dimaksudkan agar kadar protein yang didapat lebih tinggi. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Amanda (2010) bahwa keju yang dihasilkan dari koagulan rennet ekstrak abomasum kambing memiliki kadar protein sebesar 15,08%, sedangkan kadar protein pada keju dari koagulan rennet komersial memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu 29,16%. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas rennet komersial nyata lebih baik, ditunjukkan kemampuannya mengkoagulasikan protein susu sehingga didapatkan rendemen protein dua kali lebih besar.

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan keju terdiri dari bahan baku berupa susu, *starter* keju, rennet, kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) dan garam. Keju biasanya dibuat dari susu sapi, tetapi beberapa negara bisa menggunakan juga susu yang menggunakan hewan mamalia lain, seperti kerbau, domba, kambing dan biri-biri. Susu yang digunakan harus dari hewan yang sehat dan bebas dari penyakit mastitis (Rahman *et al.*, 1992).

## **2.7. Tahap Pembuatan Keju**

Tahap-tahap dasar pembuatan keju terdiri dari persiapan, penggumpalan, pencacahan, pemasakan *curd*, pemisahan *whey*, penggaraman, pengepresan, pemeraman (Daulay, 1991). Secara umum pembuatan keju terdiri dari 8 tahap proses yaitu persiapan susu (pasteurisasi), penggumpalan kasein, pencacahan, pemasakan *curd*, pemisahan *whey*, penggaraman, pengepresan serta pemeraman.

### 2.7.1. Persiapan Susu

Pada persiapan susu dilakukan perlakuan pemanasan susu (pasteurisasi) dengan tujuan untuk mendapatkan standar mutu mikrobiologis susu dengan membunuh beberapa bakteri dan enzim yang tidak diinginkan. Pasteurisasi susu dapat menyebabkan beberapa bakteri yang berguna (misalnya bakteri asam laktat) serta beberapa enzim susu seperti lipase kemungkinan juga ikut rusak, sehingga digunakan temperatur yang lebih rendah (65°C) untuk membunuh beberapa koliform agar dapat mempertahankan aktivitas enzim-enzim lipase. Untuk pembuatan keju peram dapat digunakan susu mentah, susu yang telah dipanaskan, atau susu pasteurisasi, sedangkan untuk pembuatan berbagai jenis keju segar hanya dapat digunakan susu pasteurisasi (Daulay, 1991). Suhu pasteurisasi yang optimum adalah 72°C selama 16 detik (Rahman *et al.*, 1992).

### 2.7.2. Penggumpalan Kasein

Proses penggumpalan kasein dapat dilakukan dengan asam atau enzim (Hadiwiyoto, 1983). Proses penggumpalan kasein dimulai dengan menambahkan *starter culture* dan kemudian dilanjutkan dengan penambahan rennet. Sebelum dilakukan penambahan *starter culture*, susu yang telah dipasteurisasi didinginkan terlebih dahulu hingga temperatur sekitar 21 - 26°C untuk menginduksi pertumbuhan bakteri *starter* yang diinokulasikan (Daulay, 1991).

Mikroorganisme yang digunakan sebagai kultur untuk *starter* keju sangat beragam. Keju yang diolah pada suhu 37°C biasa menggunakan kultur *Streptococcus thermophilus* dan genus *Lactobacillus* (Buckle *et al.*, 1987).

Spesies-spesies dari genus *Lactobacillus* yang digunakan sebagai kultur untuk *starter* keju adalah spesies-spesies yang bersifat homofermentatif, misalnya *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis* dan *Lactobacillus helveticum*. Semua spesies *Lactobacilli* ini, kecuali *Lactobacillus casei*, tumbuh baik pada suhu 37°C atau lebih tinggi, sedangkan temperatur optimal *Lactobacillus casei* adalah sekitar 30°C (Daulay, 1991).

Jumlah *starter* yang ditambahkan tergantung pada resep yang pada umumnya berkisar antara 0,05% hingga 4,0% atau bahkan sampai 5,0% (Daulay, 1991). *Starter* yang akan ditambahkan pada bahan sebaiknya disaring terlebih dahulu sehingga tidak mengurangi mutu akhir produk. Selang waktu penambahan *starter* dan ekstrak rennet disebut periode tunggu yang bervariasi antara 0 - 60 menit tergantung pada tipe keju dan fase pertumbuhan *starter* bakteri. Pada periode tunggu *starter* bakteri akan menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan dan akan menghasilkan asam laktat dalam jumlah yang tepat untuk mengaktifkan enzim renin (Rahman *et al.*, 1992).

Rennet ditambahkan pada susu pada saat keasaman yang diinginkan telah tercapai. Penambahan rennet untuk penggumpalan susu bertujuan untuk mengoptimalkan pembentukan karakter *curd* yang diinginkan (Lampert, 1970). Ekstrak rennet yang akan ditambahkan ke dalam susu harus diencerkan lebih dahulu dengan perbandingan 1 : 40 (B/V) dengan air dingin. Aktivitas rennet yang harus ditambahkan pada suatu bahan harus diketahui pasti. Penambahan ekstrak rennet tergantung pada kekuatan rennet yang akan ditambahkan (Rahman *et al.*, 1992).

Umumnya, ekstrak rennet ditambahkan ke dalam susu dalam bentuk larutan agar terdistribusi secara merata dalam susu. Rennet dalam bentuk tepung atau tablet dilarutkan dalam air bersih dengan perbandingan 1 : 10 hingga 1 : 40 kemudian dilakukan pengadukan dalam waktu 5 menit (Daulay, 1991).

Rahman *et al.* (1992) menyatakan bahwa pengaruh penambahan rennet terhadap pembuatan keju dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

1. Rennet yang berfungsi sebagai enzim dapat memecah struktur koloidal dari k-kasein dan proses ini berlangsung pada suhu rendah
2. Pada tahap koagulasi, rennet akan menggumpalkan susu dan membutuhkan suhu yang lebih tinggi dari pada suhu untuk aktivitas enzim dalam memecah struktur koloidal
3. Pada tahap proteolitik, rennet memecah protein menjadi peptida dan bekerja optimum pada pH 5,2 - 5,8.

Rennet bereaksi pada k-kasein melalui 3 fase. Pada fase pertama enzim renin memecah misel k-kasein. Pemecahan ini menghasilkan para-kasein dan mikropeptida. Fase kedua atau penjendalan, misel kasein yang sudah dipecah dengan pengaruh ion kalsium melakukan penggabungan dengan komponen susu lain membentuk kogulan. Fase ketiga berkaitan dengan proteolisis  $\alpha$ - dan  $\beta$ -kasein (Scott, 1986).

Kuantitas dari rennet yang digunakan bervariasi, yaitu dari 10 ml hingga 45 ml per 100 liter susu. Beberapa keju dibuat menggunakan penggumpalan dengan asam untuk pembentukan rennet dalam jumlah yang lebih sedikit, yaitu 2 ml hingga 5 ml per 100 liter susu (Daulay, 1991).

### **2.7.3. Pencacahan**

Pencacahan bertujuan untuk mempermudah pengeluaran *whey* dari *curd* dengan memperluas permukaan *curd*. pada industri modern, pencacahan *curd* dilakukan dengan pisau yang dapat bekerja horizontal atau vertikal. Pencacahan akan mempengaruhi kadar air produk, gumpalan yang besar akan berkadar air lebih tinggi daripada kubus kecil (Rahman *et al.*, 1992). Pencacahan *curd* harus dilakukan secara perlahan-lahan dan seragam untuk menjaga agar *curd* tidak terpisah-pisah menjadi partikel halus dan menghindari terjadinya kehilangan *curd* yang terlalu banyak dalam *whey* (Daulay, 1991).

### **2.7.4. Pemasakan *Curd***

Tujuan dari pemasakan *curd* adalah untuk menyusutkan *curd* guna mengeluarkan *whey* dan meningkatkan kekokohan *curd* hingga mencapai keadaan yang siap diproses untuk pembentukan tekstur, ditekan atau digarami (Daulay, 1991). Pemasakan mempengaruhi tekstur *curd*, mengatur kadar air bahan dan memberi peningkatan kadar asam laktat sehingga dapat mencegah kontaminasi mikroba perusak. Suhu maksimum untuk pemasakan keju bervariasi tergantung dari keju yang akan dihasilkan. Pemasakan harus dengan pemberian panas yang bertahap (Rahman *et al.*, 1992).

### **2.7.5. Pemisahan *Whey***

Tujuan utama dari pemisahan *whey* atau penirisan dadih adalah mendapatkan *curd* yang bebas dari *whey*. Pemisahan *whey* dapat dilakukan

dengan mengalirkan *whey* melalui saringan metal pada tangki pembuatan keju (Rahman *et al.*, 1992). Penyaringan ini dapat juga dilakukan dengan mengumpulkan dadih dari bak keju dalam satu kain saring keju, lalu diangkat dan digantung. Proses pemisahan *whey* ini memberikan tambahan waktu untuk pembentukan asam laktat oleh bakteri yang tertinggal dalam *curd* (Daulay, 1991).

#### **2.7.6. Penggaraman**

Sebagian keju ditambahkan garam selama proses pembuatannya berlangsung. Garam akan menarik *whey* keluar dari *curd* dan menjadi salah satu faktor untuk mengontrol keasaman dan tekstur. Penambahan garam juga mencegah tumbuhnya mikroorganisme yang tidak diinginkan. Penambahan garam disesuaikan dengan keju yang akan kita buat yaitu antara 1% pada keju *cottage* dan keju krim sampai dengan 5% pada keju permesan dan keju *requfort* (Lampert, 1970). Penggaraman keju dapat dilakukan dengan membalurkan atau menaburkan kristal garam pada permukaan dadih secara manual atau mekanis atau dengan mencelupkan keju yang telah ditekan ke dalam larutan garam (Daulay, 1991). Penggaraman harus rata untuk menghindari pembentukan keju yang berbintik-bintik (Rahman *et al.*, 1992).

#### **2.7.7. Pengepresan**

Tujuan untuk pengepresan adalah untuk membetuk partikel-partikel *curd* yang masih longgar menjadi massa yang cukup kompak untuk ditangani serta untuk mengeluarkan *whey* bebas yang masih tersisa. Pengepresan dilakukan

dengan cara memasukkan *curd* basah dalam kotak logam atau kantong kain dengan atau tanpa pemberat atau tekanan hidrolik dari luar (Daulay 1991). Pengepresan menyebabkan karakteristik bentuk khas dan tekstur yang kompak, serta dapat menyempurnakan jaringan *curd* karena masih akan ada *whey* yang dipisahkan (Rahman *et al*, 1992). Pengepresan dikerjakan selama ½ sampai 3 hari (Hadiwiyoto, 1983).

### **2.7.8. Pemeraman**

Pemeraman keju akan memberikan kesempatan kepada mikroba untuk melakukan aktivitasnya. Pemeraman dengan menggunakan suhu 4°C akan memungkinkan terjadinya peruraian lemak, protein dan karbohidrat sehingga terbentuk flavor, tekstur dan penampakan yang khas dan spesifik terutama untuk jenis keju yang pada proses penggumpalannya menggunakan rennet (Rahman *et al.*, 1992).

Pada pembuatan keju peram, selama pemeraman harus diperhatikan beberapa faktor, yaitu temperatur, kelembaban, komposisi biokimia dan kondisi mikrobiologis dadih. Kondisi mikrobiologis dadih dapat diatur dengan perlakuan panas terhadap susu dan penggunaan kultur *starter*, sedangkan kondisi biokimia dadih dipengaruhi oleh perlakuan-perlakuan awal dalam proses pembuatannya. Dalam proses pemeraman, aktivitas biokimia maupun mikrobiologinya dipengaruhi oleh temperatur dan kelembapan (RH). Temperatur pemeraman pada umumnya berkisar antar 2 – 5°C dan kelembapan berkisar 70% hingga 80% dengan lama pemeraman 3 - 7 bulan (Daulay, 1991).

Pemeraman keju bisa dilakukan pada suhu berkisar antara 2 - 16°C selama 2 - 48 bulan. Keju yang akan diperam harus mempunyai permukaan yang kering, dapat dibungkus atau tidak dapat dibungkus dengan plastik atau permukaannya perlu diberi minyak sesaat setelah dipres. Selama pembuatan keju dapat dibalik-balik dan diberi garam pada permukaannya (Rahman *et al.*, 1992).

Selama pemeraman keju akan terjadi hidrolisis protein oleh protease, hidrolisis lemak oleh lipase, perubahan asam-asam amino dan asam lemak karena aktivitas berbagai enzim, sehingga terjadi perubahan citarasa, tekstur, aroma dan penampakan. Protein akan dipecah menjadi peptida dan asam amino akan lebih sederhana. Lemak dihidrolisis menjadi berbagai macam asam lemak yang mudah menguap seperti asam asetat dan asam propionat. Selain itu, selama proses pemeraman terjadi fermentasi laktosa, sitrat dan senyawa-senyawa organik lainnya menjadi bermacam-macam asam, ester, alkohol dan senyawa-senyawa volatil pembentukan cita-rasa (Daulay, 1991).

## **2.8. Kadar air**

Kadar air keju Mozarella berkisar antara 46 - 56% dan 54,1% (Hui 1991). Kadar air merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan tekstur keju, yaitu kadar air yang semakin meningkat akan menyebabkan tekstur semakin lunak (Buckle *et al.*, 1992).

Kadar air keju mozarella jika berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) keju olahan maksimum 45% (Komar, 2009). Idris dan Thohari (1992) menyatakan bahwa kandungan air yang lebih tinggi pada keju lunak dikarenakan

mengandung *whey* yang lebih banyak. Menurut Rahmawati (2006), penurunan kadar air dikarenakan kemampuan mengikat air pada keju segar berkurang dengan semakin tingginya konsentrasi rennet dan semakin lamanya koagulasi. Hal ini sangat bermanfaat sebab kadar air dalam keju adalah faktor penting dalam stabilitas, daya simpan, irisan, dan produk akhir keju yang lebih baik (Willman dan Willman, 1993).

## **2.9. Kadar lemak**

Kadar lemak terbesar pada konsentrasi asam sitrat 0,16% yaitu sebesar 13,121%, sedangkan yang paling kecil pada konsentrasi asam sitrat 0,12% sebesar 5,267%. Menurut Fox *et al.* (2000) kadar lemak keju mozarella 21%. Hal ini bertentangan dengan pernyataan Daulay (1991), bahwa protein berada pada lapisan luar membran globula lemak. Makin tinggi kandungan protein dalam keju, maka makin banyak jumlah lemak yang dapat diikat dan dipertahankan dalam keju, sehingga semakin tinggi kadar lemak yang dihasilkan.

Kadar lemak keju mozarella jika dibandingkan berdasarkan SNI (Komar, 2009), berada di bawah nilai yang tertera yaitu minimal 25,0%. Kadar lemak keju olahan tergantung dari kadar lemak keju alami yang digunakan, namun dalam proses pembuatan keju olahan terdapat kemungkinan lemak keluar dari keju olahan selama proses pemanasan apabila temperatur lebih dari 80°C, jadi semakin tinggi temperatur pemanasan maka semakin banyak lemak yang keluar (Fox *et al.*, 2000). Standar dari BSN hanya dapat digunakan sebagai pembanding, tapi tidak

dapat menjadi acuan. Hal ini disebabkan jenis dan metode pembuatan keju yang berbeda.

#### 2.10. Tekstur

Tekstur melukiskan struktur atau kekompakan dari tubuh keju. Tekstur keju ada 2 macam yaitu tekstur tertutup dan terbuka. Tekstur tertutup adalah keju yang massif yang tidak mempunyai lubang-lubang pada tubuhnya sedangkan tekstur terbuka adalah keju yang tubuhnya berlubang-lubang. Apabila lobang-lobang tersebut terbentuk sebagai akibat ketidaksempurnaan penggabungan partikel-partikel dadih, maka disebut keterbukaan mekanis. Lubang-lubang pada keju yang berlebihan merupakan suatu cacat pada keju. Pada keju *blueveined*, tekstur yang terbuka dibutuhkan untuk pertumbuhan kapang pada keju tersebut (Daulay, 1991).

Selama pemeraman, keju mengalami perubahan pada konsistensi dan citarasanya. Konsistensi ini meliputi elastisitas dan kekerasan. Terjadinya perubahan karakteristik tersebut disebabkan oleh hidrolisis protein secara enzimatis yang menyebabkan kasein lebih mudah larut sehingga keju menjadi lunak. Apabila dalam pembuatan keju terbentuk asam dalam jumlah besar, maka dadih yang dihasilkan cenderung kasar dan rapuh dan apabila dilenturkan akan patah. Kondisi ini dianggap sebagai suatu cacat pada keju *Cheddar*, keju *Swiss* dan keju *Bric*, akan tetapi sebaliknya merupakan kondisi yang diharapkan pada keju *roquefort* (Daulay, 1991).

Perubahan flavor dan tekstur keju sangat ditentukan adanya proses biokimia yaitu proteolisis. Agen dari proteolisis selama pemeraman yaitu koagulan (rennet), proteinase pada susu dan proteinase dari *starter* dan bakteri non *starter* (Scott, 1989). Meningkatkan kekerasan pada keju diikuti dengan melemahnya struktur keju. Tekstur keju juga dipengaruhi oleh garam (NaCl), karena adanya interaksi NaCl akan menurunkan kadar air. Meningkatnya keteguhan dan menurunnya elastisitas keju berhubungan dengan melemahnya ikatan pada air (Prasad dan Alvarez, 1999).