



PENGUNAAN JUS BUAH JERUK LEMON (*Citrus lemon*) PADA PEMBUATAN KEJU MOZZARELLA

SKRIPSI

Oleh:

Fondha Teguh Eko Harjono

9901050210-54

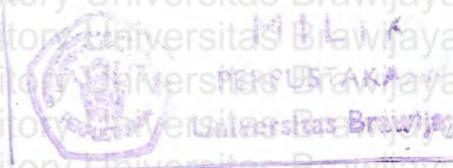


SKR
FPT
2007
0701821
13 JUL 2007
1-D+C1

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL TERNAK

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG
2007**





**PENGGUNAAN JUS BUAH JERUK LEMON (*Citrus lemon*)
PADA PEMBUATAN KEJU MOZZARELLA**

SKRIPSI

Oleh:

Fondha Teguh Eko Harjono

9901050210-54

Skrripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2007



PENGGUNAAN JUS BUAH JERUK LEMON (*Citrus lemon*) PADA PEMBUATAN KEJU MOZZARELLA

SKRIPSI

Oleh:

Fondha Teguh Eko Harjono
9901050210-54

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana
Pada hari/tanggal : Kamis, 8 Februari 2007

Menyetujui
Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Purwadi, MS

Tanggal :

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Djalal Rosyidi, MS

Tanggal :

Anggota Tim Penguji

Khothibul Umam Al Awwaly, S.Pt.,MSi

Tanggal : 27-6-2007

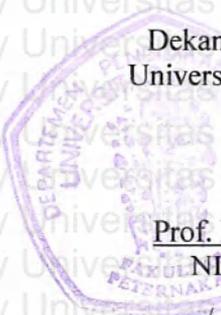
Mengetahui

Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya Malang

Prof. Dr. Ir. Hartutik, MP

NIP. 131 125 348

9/7/07





DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pasuruan tanggal 16 Juni 1981 sebagai putra dari pasangan Bapak Sudjono dan Ibu Hartunik.

Jenjang pendidikan yang pernah ditempuh penulis yaitu : tahun 1993 lulus SD Negeri Panggungrejo 04 Kapanjen, tahun 1996 lulus SMP Negeri 04 Kapanjen dan tahun 1999 lulus SMU Islam Kapanjen. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata I Fakultas Peternakan jalur Reguler Universitas Brawijaya pada tahun 1999 dan mengambil Program Studi Teknologi Hasil Ternak.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Skripsi yang berjudul: **“Penggunaan Jus Jeruk Lemon (*Citrus lemon*) pada Pembuatan Keju Mozzarella”**. Tidak lupa shalawat dan salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu, serta adikku yang telah mendukung dan memberi dorongan baik material maupun spiritual, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.
2. Bapak Dr.Ir. H. Purwadi, MS. dan Bapak Dr.Ir. H. Djalal Rosyidi, MS. selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar membimbing, memberi saran, memberikan kemudahan dan menasehati penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
3. Ketua Program Studi Teknologi Hasil Ternak atas izin dan fasilitas yang telah diberikan.
4. Teman-teman *Boarding House 510-A* serta Emilda, Ari dan terutama Ina yang telah banyak membantu selama penelitian sampai terselesainya laporan ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya, Amin.

Malang, 7 Maret 2007

Penulis



ABSTRACT

USE OF LEMON FRUIT (*Citrus Lemon*) JUICE IN MOZZARELLA CHEESE MANUFACTURING

This research was carried out in Laboratory of Animal Product and Technology Brawijaya University of Malang, Biological Laboratory University of Muhammadiyah Malang and Engineering Laboratory of Inter University Center of Food and Nutrition Gadjah Mada University Yogyakarta.

The objective of this research was to know the best concentration of Lemon fruit juice with direct acidification in Mozzarella cheese manufactured considered on yield, protein content, moisture content, stretchability and meltability. Hopefully the result would support in producing cheese earlier and better quality processed with direct acidification from Lemon fruit juice

The result showed that Lemon fruit juice did not give significant different effect ($P < 0.05$) on yield, stretchability and meltability, in the otherwise give highly significant different effect ($P < 0.01$) on protein and moisture content of Mozzarella cheese. However, the yield, stretchability and meltability was higher than standart. There was indicated direct acidification using lemon juice usually gave a product with greater yield, meltability, strechability, and protein content but resulting less moisture content.

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRACT	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Kegunaan Penelitian	3
1.5. Kerangka Pikir	4
1.6. Hipotesa	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Keju Mozzarella	5
2.2. Koagulasi Protein	6
2.2.1. Koagulasi oleh Asam	7
2.2.2. Koagulasi oleh Enzim	9
2.3. Jeruk Lemon	10
2.4. Kualitas Keju Mozzarella	12
2.4.1. Rendemen	13
2.4.2. Daya Leleh	14
2.4.3. Kemuluran	15
2.4.4. Protein	16
2.4.5. Kadar Air	17
BAB III. METODE PENELITIAN	18
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.2. Materi Penelitian	18
3.3. Metode Penelitian	19
3.4. Prosedur Penelitian	20
3.4.1. Pembuatan Keju Mozzarella	20
3.4.2. Analisa Sampel Keju Mozzarella	21



3.3. Analisis Data	21
3.4.4. Batasan Istilah	21
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Rendemen Keju Mozzarella.....	23
4.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Daya Leleh Keju Mozzarella	24
4.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemuluran Keju Mozzarella.....	28
4.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar Protein Keju Mozzarella..	30
4.5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar Air Keju Mozzarella.....	32
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1. Standar umum komposisi (%) keju Mozzarella.....	6
2. Nilai rata-rata rendemen keju Mozzarella per <i>wet basis</i>	23
3. Nilai rata-rata daya leleh keju Mozzarella.....	25
4. Nilai rata-rata kemuluran keju Mozzarella.....	28
5. Nilai rata-rata kadar protein (%) keju Mozzarella.....	30
6. Nilai rata-rata kadar air (%) keju Mozzarella.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Keju Mozzarella.....	5
2. Buah Jeruk Lemon	12
3. Diagram alir percobaan keju Mozzarella	20
4. Hubungan antara perlakuan dengan rendemen keju Mozzarella.....	24
5. Hubungan antara perlakuan dengan daya leleh keju Mozzarella	25
6. Hubungan antara perlakuan dengan kemuluran keju Mozzarella.....	29
7. Hubungan antara perlakuan dengan kadar protein keju Mozzarella.....	30
8. Hubungan antara perlakuan dengan kadar air keju Mozzarella.....	33



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Pengukuran Rendemen Keju Mozzarella	41
2. Prosedur Pengujian Daya Leleh Keju Mozzarella	42
3. Prosedur Pengujian Kemuluran Keju Mozzarella	43
4. Prosedur Pengujian Kadar Protein Keju Mozzarella	44
5. Prosedur Pengukuran Kadar Air Keju Mozzarella	46
6. Perhitungan Data dan Analisa Rendemen Keju Mozzarella	47
7. Perhitungan Data dan Analisa Daya Leleh Keju Mozzarella	50
8. Perhitungan Data dan Analisa Kemuluran Keju Mozzarella.....	53
9. Perhitungan Data dan Analisa Kadar Protein Keju Mozzarella	56
10. Perhitungan Data dan Analisa Kadar Air Keju Mozzarella	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu produk olahan susu, keju mempunyai prospek pemasaran yang baik, karena keju merupakan produk hasil fermentasi susu yang banyak dikonsumsi sebagian masyarakat dunia khususnya Eropa. Indonesia sebagai negara yang memiliki banyak peternakan rakyat penghasil susu, mempunyai peluang besar untuk pengembangan industri keju sebagai konsumsi dalam negeri ataupun sebagai komoditi ekspor.

Food Agricultural Organization (FAO) pada prinsipnya mendefinisikan keju sebagai produk pangan hasil fermentasi susu setelah dilakukan pemisahan air dari susu yang terkoagulasi (Widodo, 2003). Pada saat ini banyak terdapat berbagai macam dan jenis keju. Purwadi (2000) menyatakan, bahwa jenis keju dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis susu yang digunakan, metode pembuatan dan perlakuan yang digunakan untuk proses pemeraman dan pematangannya.

Keju Mozzarella adalah keju lunak yang proses pembuatannya tidak dimatangkan atau disebut juga keju segar (*fresh cheese*). Willman and Willman (1993) menyatakan bahwa keju Mozzarella merupakan keju khas Italia, yang biasa digunakan dalam pembuatan *pizza*. Ciri-ciri keju Mozzarella adalah elastis, berserat dan lunak yang disebabkan oleh adanya proses pembenaman dan penekanan di dalam bak air panas (*working*). Keju Mozzarella termasuk kelompok keju "*pasta-filata*", yaitu keju yang proses pembuatannya dengan pemanasan dan pemuluran, pada suhu 70-85°C.

Secara umum pembuatan keju tergantung pada terjadinya penggumpalan protein, seperti dinyatakan Buckle, Edward, Fleet, and Wootton, (1992) bahwa penggumpalan dalam proses pembuatan keju dapat terjadi karena adanya enzim *rennet* dan enzim lain yang cocok atau dengan meningkatkan keasaman susu melalui fermentasi asam laktat, maupun kombinasi antara kedua teknik tersebut.

Dalam proses pembuatan keju, asam mempunyai peranan penting dalam proses penggumpalan *curd* dan tercapainya titik isoelektrik, sehingga kerja enzim lebih optimum. Bunton (2005^a) menyatakan bahwa untuk mencapai keasaman tertentu dalam pembuatan keju dapat dilakukan pengasaman dengan cara menambah kultur starter bakteri atau menggunakan asam sitrat. Pastorino, Dave, Oberg, Mc Mahon (2002), Everett (2003), Kalab (2004), menyatakan bahwa dalam pembuatan keju dapat dilakukan dengan pengasaman langsung dan tidak perlu menunggu kerja kultur starter bakteri untuk memproduksi asam laktat.

Penggunaan bahan pengasam dalam pembuatan keju tidak boleh terlalu banyak karena penambahan bahan pengasam terlalu banyak, maka keju yang dihasilkan akan mempunyai kualitas lebih rendah (Bunton, 2005^b). Bahan pengasam dapat digunakan dari bahan-bahan yang mengandung asam sitrat di antaranya jeruk lemon.

Jeruk lemon (*Citrus lemon*) selain memiliki kandungan asam sitrat yang cukup tinggi dibandingkan jenis buah lain, juga mempunyai citarasa yang khas sehingga apabila digunakan dalam pembuatan keju maka keju yang dihasilkan kemungkinan juga mempunyai citarasa yang khas. [Wikipedia] *Free Ensiklopedia* (2006) melaporkan bahwa jus buah jeruk lemon mengandung sekitar 5% asam sitrat sehingga mempunyai citarasa yang asam dengan pH antara 2-3, keasaman





inihlah yang membuat jus jeruk lemon murah dan tersedia kandungan asam cukup tinggi untuk digunakan dalam percobaan kimia.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu adanya penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan berbagai konsentrasi jus buah jeruk lemon sebagai bahan pengasam langsung terhadap kadar protein, kadar air, rendemen, kemuluran dan, daya leleh keju Mozzarella.

1.2 Rumusan Masalah

Konsentrasi jus buah jeruk lemon dapat mempengaruhi kualitas keju Mozzarella yang dihasilkan, karena memberikan tingkat keasaman yang berbeda bila digunakan dalam pembuatan keju Mozzarella. Oleh karena itu, perlu dicari :
“Apakah terdapat perbedaan pengaruh dari perlakuan penggunaan berbagai konsentrasi jus buah jeruk lemon terhadap kadar protein, kadar air, rendemen, kemuluran dan daya leleh keju mozzarella yang dihasilkan ?”.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan berbagai konsentrasi jus buah jeruk lemon terhadap kadar protein, kadar air, rendemen, kemuluran dan, daya leleh keju mozzarella yang dihasilkan.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai pemanfaatan jus buah jeruk lemon dalam pembuatan keju mozzarella dan sebagai upaya untuk memproduksi keju mozzarella dengan waktu yang lebih singkat.



1.5 Kerangka Pikir

Keasaman merupakan suatu faktor penting di dalam pembuatan keju mozzarella, karena keasaman berhubungan dengan pencapaian titik isoelektrik susu sehingga kerja enzim protease dapat berlangsung optimal. Keasaman susu dalam pembuatan keju dapat diperoleh dengan penambahan starter ataupun dengan pengasaman langsung seperti, asam sitrat, asam cuka, asam askorbat dan lain-lain. [NRDC] *National Research Development Corporation* (2003) melaporkan bahwa waktu yang diperlukan dalam pembuatan keju Mozzarella lebih singkat dengan metode pengasaman langsung.

Jeruk lemon (*Citrus lemon*) memiliki kandungan asam sitrat tertinggi dibandingkan jenis buah lain, dan juga mempunyai citarasa yang khas sehingga apabila digunakan dalam pembuatan keju maka keju yang dihasilkan kemungkinan juga mempunyai citarasa yang khas.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu adanya penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan berbagai konsentrasi jus buah jeruk lemon sebagai bahan pengasam langsung terhadap kadar protein, kadar air, rendemen, kemuluran dan daya leleh keju Mozzarella.

1.6 Hipotesa

Terdapat perbedaan pengaruh penambahan konsentrasi bahan pengasam jus buah jeruk lemon terhadap kadar protein, kadar air, rendemen, kemuluran dan daya leleh keju Mozzarella.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Keju Mozzarella

Keju Mozzarella adalah salah satu jenis keju yang merupakan keju khas Italia, biasa digunakan dalam pembuatan *pizza*. Bouaz (1993) menyatakan bahwa keju dibuat dengan cara penggumpalan, pemanasan, pengepresan, penggaraman, dan pematangan. Gambar keju Mozzarella dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Keju Mozzarella (Coreell, 2002)

Willman and Willman (1993) menyatakan bahwa Mozzarella termasuk kelompok keju *pasta filata* yang proses pembuatannya dipanaskan pada suhu 70–85°C dan dilenturkan (*working*) dan merupakan keju lunak yang proses pembuatannya tidak dimatangkan yang disebut juga keju segar (*fresh cheese*).

Berdasarkan bahan bakunya keju ini dibedakan menjadi empat yaitu, *Mozzarella*, *Low Mixture Mozzarella*, *Part Skim Mozzarella*, dan *Part Skim Low Mozzarella* dengan komposisi seperti terlihat pada Tabel 1.

Prinsip dasar dalam pembuatan keju terjadinya penggumpalan protein susu. Langkah pertama dalam pembuatan keju adalah membentuk *misel* kasein yang tidak stabil menjadi suatu jaringan yang disebut *curd* (Johnson and Law, 1999).

Di dalam proses pembentukan *curd*, Lucey, Johnson and Horne (2003)



menyatakan bahwa langkah utama dalam pembuatan keju melibatkan koagulasi misel kasein melalui tiga cara : membatasi Proteolisis (menggunakan rennet atau koagulan lain), pengasaman (kultur starter atau penambahan asam) dan panas atau kombinasi di antaranya.

Tabel 1. Standar Umum Komposisi (%) Keju Mozzarella

Komponen	Tipe Keju			
	Mozzarella	Low Misture Mozzarella	Part Skim Mozzarella	Part Skim Low Mozzarella
Air maksimum	52	48	52	48
Lemak minimum	20	20	15	15
Air	52	48	52	48
Protein	20,5	22	25,5	28
Lemak	22,5	224,5	16,5	17
Karbohidrat	2	2,5	3	3
Abu	3	3	3	4

Sumber : Anonim (2003)

2. 2. Koagulasi Protein

Protein susu tersusun atas unit – unit asam amino, dimana masing masing asam amino memiliki ikatan antara grup amino dan karboksil yang berbeda.

Widodo (2003) menyatakan bahwa secara garis besar protein susu terdiri dari 4 komponen utama yaitu : kasein, albumin, globulin, dan protein membran, dimana dari masing masing komponen tersebut terbagi lagi menjadi α -laktalbumin, β -laktoglobulin, dan κ -kasein. Kasein merupakan protein utama susu (80% dari total protein), dan didalam susu biasanya berupa partikel koloid yang disebut misel kasein. Misel kasein berada dalam kondisi yang stabil dan dapat dipresipitasi oleh asam dan enzim *chymosin* (Widodo, 2003).

Buckle *et al.* (1992) menyatakan bahwa penggumpalan dalam proses pembuatan keju dapat terjadi karena adanya enzim *rennet* dan enzim lain yang



cocok atau dengan meningkatkan keasaman susu melalui fermentasi asam laktat, maupun kombinasi antara kedua teknik tersebut.

2.2.1. Koagulasi oleh Asam

Penambahan asam ke dalam susu dalam pembuatan keju bertujuan untuk menurunkan pH susu hingga mencapai tingkat yang mencukupi kebutuhan pada saat enzim *protease* ditambahkan (Everett, 2003).

Penurunan pH mengakibatkan terjadinya destabilisasi misel kasein, pada pH dibawah 6,7 terjadi ketidaklarutan sebagian kalsium - fosfat koloidal, pada pH di bawah 5,5 misel mulai bergabung akibat dari menurunnya potensi tekanan permukaan, tekanan permukaan mendekati nol pada pH sekitar 5,2, mendekati pH 4,8 hampir semua kasein fosfat koloidal menjadi tidak larut, dan pada pH 4,6 kelarutan kasein sudah hilang sehingga terjadi interaksi hidrofobik antara misel kasein dan terjadi presipitasi (Hui, 1993).

Widodo (2003) menyatakan bahwa penambahan asam akan menurunkan pH susu hingga mencapai titik isoelektrik, yaitu ketika muatan positif dan negatif berada dalam kondisi yang seimbang. Hudson (1992) menyatakan bahwa pH dapat mempengaruhi jumlah keseimbangan daya tarik antara gugus hidrofobik dari molekul protein dan daya tolak yang disebabkan oleh muatan elektrostatik, dimana ketika mencapai titik isoelektrik daya tarik antara molekul protein lebih dominan sehingga protein cenderung menyatu.

Penambahan asam akan mengakibatkan muatan positif lebih dominan seperti dinyatakan Widodo (2003) bahwa protein mengandung lebih banyak asam daripada basa maka pada pH netral akan bermuatan positif.



Willman and Willman (1993), Everett (2003), dan Kalab (2004), menyatakan bahwa keasaman susu diperoleh dengan menggunakan kultur bakteri asam laktat (*starter*) yang bertugas merombak laktosa menjadi asam laktat, maupun penambahan asam secara langsung. Fox, Guinee, Cogan and Sweeney (2000), (Stefanini, 1991), (Bunton, 2005^b) menyatakan bahwa pengasaman langsung dapat menggunakan asam laktat, asam sitrat, glukono δ -laktone dan asam asetat.

Penambahan asam secara langsung lebih efisien karena dapat mempersingkat waktu yang diperlukan dalam pembuatan keju. Everett, (2003), Kalab (2004) menyatakan bahwa penggunaan asam secara langsung lebih cepat untuk mencapai keasaman dalam proses pembuatan keju karena dengan penambahan asam secara langsung, pH susu langsung turun dari 6,7 menjadi 5,4 tanpa harus menunggu pertumbuhan bakteri starter untuk membentuk asam. NDRC (2003) juga melaporkan bahwa waktu yang diperlukan dalam pembuatan keju Mozzarella lebih singkat dengan metode pengasaman langsung.

Menurut Bunton (2005^a) keju Mozzarella dapat dibuat dengan menggunakan asam sitrat. Karakteristik keju Mozzarella yang dikerjakan dengan pengasaman langsung antara lain : tidak mempunyai aroma, basah, teksturnya padat dan lembut (Calandrelli, 2005). Tekstur yang lembut ini disebabkan oleh kandungan airnya lebih tinggi dan kalsium yang lebih rendah dibandingkan Mozzarella yang menggunakan starter (Guinea, Feeney, Auty and Fox, 2002).

2. 2. 2. Koagulasi oleh Enzim

Enzim yang banyak digunakan ialah *chymosin* atau disebut juga rennin. Rennin yang banyak digunakan merupakan enzim proteolitik yang diekstrak dari



abomasum sapi yang masih menyusu (Idris,1995). Sampai kisaran tahun 1990, rennet diproduksi dengan cara lama (dari abomasum), dan dari berbagai tanaman penghasil rennet, sebagian di antaranya disebut *microbial coagulant*, yang berasal dari *Mucor meihei* (Frankhauser, 2006).

Pembentukan *curd* (koagulasi) dengan penambahan enzim rennin (rennet) mempengaruhi k-kasein susu. Winarno (1993) menyatakan bahwa renin merubah kasein yang awalnya disebut parakasein kemudian bereaksi dengan ion kalsium membentuk gel atau gumpalan. Reaksi enzim rennin dengan k-kasein berlangsung dalam 3 tahap seperti dinyatakan Widodo (2000) sebagai berikut :

1. Fase pertama enzim memecah misel kasein, pemecahan ini menghasilkan para- kasein dan glikomakropeptida.
2. Fase kedua, misel kasein yang sudah terpecah, dengan pengaruh ion kalsium melakukan penggabungan dengan komponen susu lain, membentuk koagulan. Pada fase ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : pH, suhu, spesifitas koagulan, ketersediaan ion kalsium dan kualitas susu itu sendiri.
3. Fase ketiga dari aktifitas rennet ketika *curd* sudah terbentuk dan fase ini berhubungan dengan proteolisis α dan β kasein.

2.3. Jeruk Lemon

Daerah tropis mempunyai produksi buah-buahan yang sangat besar, dengan kandungan jus yang tinggi tetapi mempunyai rendah kandungan sitrat, asam dapat diperoleh dari jeruk asam seperti Lemon dan jeruk Nipis (Verheij *and* Coronel 1991).



Buah jeruk merupakan komoditas yang sangat besar di dunia. Verheij *and* Coronel (1991) melaporkan bahwa produksi dan perdagangan internasional terbesar berasal dari komoditi jeruk dan Nanas, jeruk Manis (*sweet orange*) lebih dari 40 milyar ton per tahun pada tahun 1987, jeruk Mandarin 8 milyar ton per tahun, jeruk Lemon dan jeruk Nipis mendekati 6 milyar ton per tahun.

Buah jeruk diklasifikasikan sebagai buah asam, yang tersusun dari asam organik dan gula. Kandungan utama asam dalam buah jeruk adalah asam sitrat dan asam malat, dan juga terdapat asam tartarat, bensoat, dan, oksalat dalam jumlah yang sangat kecil (Kale dan Adsule, 1995).

Jeruk Lemon berasal dari Asia Tenggara terdiri atas dua varietas alami : Lime (*C. aurantifolia*) dan Citron (*C. medica*) (Anonim, 2001). Jeruk lemon yang berasal dari Asia (Cina dan Vietnam) sudah banyak dibudidayakan di Indonesia. Meina dan Karjono (1992) menyatakan bahwa terdapat beberapa jenis lemon yang tersebar di Indonesia antara lain : *lemon tea*, *lemon squash*, *jeruk sitrun*, *lemon cui*, dan *rough lemon*.

a. *Lemon Tea*

Varietas dari *Citrus limonia* Bentuk buahnya bulat agak lonjong, dengan diameter 3 cm, sepanjang 3,5 cm, mirip jeruk nipis, tetapi lebih besar. Warna kulit buahnya hijau kekuningan, tapi menjelang matang akan menguning dan permukaannya menjadi halus. Daging buahnya cukup berair dengan biji lebih sedikit dibanding jeruk nipis. Rasanya tidak terlalu masam dan aromanya kurang tajam.



b. *Lemon Squash*

Varietas *Citrus limonia* ini Bentuk buahnya lonjong seperti labu siam.

Panjangnya dapat mencapai 15 cm, dengan diameter 5-7 cm. Kulit buahnya tebal, berwarna hijau tua dan akan menguning sewaktu matang. Daging buah *lemon squash* berair banyak dan masam sekali rasanya. Aromanya agak tajam bila matang.

c. Jeruk Sukade

Varietas jeruk Sukade (*C. medica* var. *proper*) pada ujungnya terdapat puting yang menonjol seperti puser yang besar, kulit buahnya tebal sehingga daging buahnya jadi sedikit sekali, saat masak kulit buahya masih tetap hijau.

d. Jeruk Sitrun

Sebenarnya yang kita sebut jeruk sitrun ialah salah satu varietas *C. limonia* bentuk buahnya bulat telur, ujung buahnya dihiasi puting sehingga disebut juga lemon susu, sari buahnya sangat asam, tetapi aromanya sedap sekali khas sitrun.

e. *Lemon Cui*

Buah *lemon Cui* yang juga disebut jeruk Manado ini bentuknya bulat sebesar ibu jari tangan dengan ujung agak rata, warna kulit buah sejak muda hingga tua tetap hijau tua, buah yang matang pori-pori kulitnya lebih besar dan tampak kuning kemerahan, daging buahnya berair banyak, berbiji, asam rasanya, dan tajam aromanya.

f. *Rough Lemon*

Rough lemon merupakan hibrida jeruk sitrun dengan jeruk manis, bentuk buahnya agak bulat dengan dasar buah agak menonjol berwarna kuning oranye



dimana di Indonesia, *rough lemon* hanya dikenal oleh pengusaha pembibitan saja, terutama dipakai sebagai batang bawah untuk bibit okulasi.

[Wikipedia], 2006. Free Ensiklopedia melaporkan bahwa jus buah jeruk lemon mengandung sekitar 5% asam sitrat sehingga mempunyai citarasa yang asam dengan pH antara 2-3, keasaman inilah yang membuat jus jeruk lemon murah dan tersedia kandungan asam cukup tinggi untuk digunakan dalam percobaan kimia. Gambar buah jeruk lemon dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Jeruk Lemon (Wikipedia, 2006)

2.4. Kualitas Keju Mozzarella

Secara umum kualitas keju mozzarella tergantung pada pembentukan jaringan protein yang disebut *curd*. Jaringan protein dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, kandungan garam, kadar protein, dan suhu (Lomholt and Qvist, 1999; Lucey, 2002). Kualitas keju mozzarella secara fisik didasarkan pada daya leleh, kemuluran, elastisitas, lemak, dan pencoklatan saat keju meleleh (McMahon et al., 1993). Salah satu ciri khas keju mozzarella, dapat meleleh dan mulur dengan adanya pemanasan. Ketika keju dipanaskan terdapat bagian yang meleleh, menjadi empuk, dan mulur (Lucey, Johnson and Horne, 2003).

2.4.1. Rendemen

Shakeel-Ur-Rehman, Farkye *and* Yun (2003) mendefinisikan rendemen sebagai berat produk (keju) yang dihasilkan per satuan volume substrat (susu) dalam satuan g/1000ml.

Rendemen keju dipengaruhi oleh komposisi *curd*, yaitu persentase lemak, bahan kering tanpa lemak, garam dan air. Keasaman susu baik yang dihasilkan oleh biakan bakteri starter maupun pengasaman langsung, dapat mempengaruhi aktivitas bahan penggumpal selama proses penggumpalan, juga mempengaruhi kekuatan *curd*, sehingga dapat mempengaruhi rendemen keju (Fox *et al.*, 2000).

Rendemen dalam pembuatan keju harus diberi perhatian yang serius karena dapat menentukan efektifitas pembuatan keju. Rendemen keju menurut Gaman and Sherington (1994) adalah sekitar 10 persen.

Fox *et al.* (2000) menyatakan bahwa pengertian rendemen keju sangat penting manfaatnya untuk menentukan:

1. Efektifitas ekonomi dalam pembuatan keju.
2. Hasil percobaan, yang digunakan untuk mengevaluasi potensi perubahan teknologi atau proses tertentu.

Rendemen dapat dipengaruhi oleh lemak, Hettiarachchy *and* Zeigler (1994) menyatakan bahwa kehilangan lemak dapat diatasi dengan penambahan pengemulsi, misalnya dinatrium hidrogen fosfat, karena pengemulsi dapat membantu pengikatan antara lemak dan protein optimum pada suhu 60^o C.

Rendemen keju diukur dengan menimbang keju yang diperoleh dari setiap bak pengolah keju setelah dipindahkan dari larutan garam dibagi dengan bobot susu dikalikan 100 % (Shaheel-Ur-Rehman *et al.*, 2003).



2.4.2. Daya Leleh (*Meltability*)

Daya leleh merupakan perubahan bentuk fisik dari bentuk padat menjadi bentuk cair, dimana lemak merupakan satu-satunya bagian dari keju yang benar-benar meleleh. Lemak terbentuk dari berbagai macam trigliserida dimana masing-masing mempunyai suhu leleh yang berbeda, tetapi semua dapat meleleh pada suhu 40°C (Walstra *and* Jenness, 1984). Keju Mozzarella merupakan keju yang banyak diproduksi dan dikonsumsi di Amerika Serikat. Komponen yang mempengaruhi kualitas keju ini adalah adanya sifat daya leleh keju. Selama proses pemanasan keju akan mengalami kehilangan energi saat keju menjadi cair (Joshi, Muthukumarappan, *and* Dave, 2004).

Hasil penelitian Dave, McMahon *and* Oberg (2003) menunjukkan bahwa keju Mozzarella yang dibuat dengan pengasaman langsung menggunakan glukono- δ -laktone mempunyai daya leleh yang lebih tinggi dengan makin meningkatnya kadar lemak, demikian pula dengan meningkatnya penggunaan bahan koagulan. Daya leleh yang makin meningkat dengan meningkatnya waktu penyimpanan, walaupun peningkatan daya leleh tersebut sedikit.

Pengukuran daya leleh dapat menggunakan uji Schreiber, yaitu dengan mengukur pengembangan keju yang ditempatkan pada tabung silindris dengan diameter 18 mm dan dengan tebal keju 5 mm, kemudian dimasukkan oven pada suhu 232°C selama 5 menit. Daya leleh 1,0 menunjukkan tidak ada pengembangan, 2,0 menunjukkan pengembangan 5 mm dan 3 menunjukkan pengembangan 10 mm (Tunick, Malin, Smith, Shieh, Sullivan, Mackey *and* Holsinger, 1993).



2.4.3. Kemuluran (*Strechability*)

Kemuluran adalah kekuatan jaringan misel kasein yang tetap bersatu (tidak putus) pada saat keju dipanaskan (Lucey, Johnson *and* Horne, 2003).

Gunasekaran dan Ak (2003) menyatakan bahwa kemuluran adalah salah satu karakteristik terpenting pada keju Mozzarella ketika digunakan dalam pembuatan berbagai macam makanan.

Kemuluran keju Mozzarella dapat diukur dengan menggunakan alat pengukur tekstur (Instron Model 1130, Instron Corp., Canton, MA) dengan kapasitas 100 N. Preparat keju dibentuk dengan ukuran 38 mm x 20 mm x 6 mm, kemudian ditempatkan di alat tersebut dan dipanaskan pada suhu 55°C. Selanjutnya preparat keju tersebut ditarik secara horizontal dengan alat tersebut secara otomatis yang telah diatur kecepatannya pada 21,2 mm/detik. Tekanan yang digunakan untuk menarik keju itulah yang dicatat sebagai data. Kebalikan dari tekanan maksimum itulah yang digunakan sebagai indikator kemuluran keju.

Semakin tinggi angka yang diperoleh maka semakin baik pula kemuluran keju yang diukur. Kemuluran diukur berdasarkan pemanjangan benda sebelum benda tersebut putus dan kekuatan maksimum yang diperlukan untuk mulur (Joshi, Muthukumarappan *and* Dave, 2003).

Kemuluran pada keju *pasta filata* seperti pada keju Mozzarella lebih tinggi dibandingkan dengan keju *Non-pasta filata*. Kemuluran keju Mozzarella *pasta filata* berkisar antara 0,5 – 1,2 1/N, sedangkan keju Mozzarella *Non pasta filata* berkisar antara 0,6 - 1,6 1/N (Kuo *and* Gunasekaran, 2003).



2.4.4. Kadar Protein

Kandungan protein keju memegang peranan penting dalam mempertahankan emulsi antara lemak dan air. Peran protein tersebut dipengaruhi oleh kelarutannya, protein yang mempunyai kelarutan tinggi (terlarut secara sempurna) dapat mengikat air lebih banyak, melindungi dan mengikat lemak dengan baik, sehingga lemak dan air dapat teremulsi serta terdispersi secara merata (Mangino, 1994).

Menurut Idris (1995), kelompok kasein terdiri dari α -kasein, β -kasein, γ -kasein dan kappa kasein, yang kemudian membentuk partikel yang disebut misel. Komponen kasein tersebut kemudian disebut dengan nama Ca-kasein-fosfat-misel atau Ca-kaseinat-fosfat-kompleks. Kasein dapat diendapkan pada pH 4,6 karena pH tersebut merupakan titik isoelektriknya. Bertambahnya ion H^+ akan memecah Ca-fosfat dari ikatan senyawa kompleks Ca-kaseinat-fosfor sehingga Ca-fosfor menjadi tidak stabil. Kestabilan Ca-kompleks dalam susu menurun perlahan-lahan jika keasaman meningkat. Nilai pH sekitar 5,3 (pH normal \pm 6,8) mulai terjadi penggumpalan, tetapi pH 4,6 – 4,7 pada suhu kamar akan menggumpal sempurna. Asam mengendapkan senyawa kalsium yang terikat pada bermacam-macam kaseinat dalam misel, dengan demikian terjadi ketidakstabilan dan penggumpalan kasein.

2.4.5. Kadar Air

Buckle *et al.* (1992) menyatakan bahwa kadar air adalah air yang terkandung dalam 100 gram bahan dalam keadaan basah ataupun yang terkandung tiap 100 gram bahan kering



Kadar air merupakan komponen yang paling utama untuk menentukan sifat-sifat umum dari varitas keju, sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengklasifikasian keju. *US Department of Agriculture* dalam Correll (2002) mengelompokkan keju Mozzarella berdasarkan kadar airnya, menjadi : *whole milk mozzarella* (52-60%), *part-skim mozzarella* (52-60%), *Low-moisture whole milk mozzarella* (45-52%) dan *Low-moisture part-skim mozzarella* (30- 45 %).

Menurut Stefanini (1991), keju Mozzarella di Italia mempunyai kadar air 55 – 62 %, lemak dalam bahan kering 18 – 21 %, protein dalam bahan kering 18 – 21 % dan abu 1 – 3 %,.. Kadar air juga sering digunakan sebagai parameter keawetan bahan pangan, seperti dinyatakan Winarno (1993) bahwa, keawetan bahan makanan mempunyai hubungan erat dengan air yang dikandungnya.

Kadar air keju Mozzarella berkaitan erat dengan proses sineresis, yang merupakan faktor terpenting dalam penentuan kadar air keju. Sineresis merupakan suatu proses yang kompleks, yang meliputi pengkerutan atau kontraksi antar gel protein akibat adanya peningkatan interaksi protein-protein dan menurunnya interaksi protein-air, sehingga memacu pembentukan *curd* bersamaan dengan terjadinya pemisahan *whey* (Hui, 1993). Pengkerutan *building blok* menyebabkan semua jaringan akan mengkerut secara proporsional, sehingga kemampuan protein mengikat atau memerangkap air bisa hilang (Fox, 1989).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai tanggal 2 Maret sampai dengan 2 April 2006 dan dilaksanakan di tiga tempat yaitu :

1. Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang, untuk melakukan uji rendemen dan daya leleh.
2. Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Malang, untuk melakukan uji kadar protein dan kadar air.
3. Laboratorium Rekayasa Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, untuk melakukan uji kemuluran.

3.2. Materi Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan adalah

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu segar, jeruk lemon, enzim *protease*, bahan kimia untuk analisis kadar protein ($K_2S_2O_4$, HgO, H_2SO_4 , akuades, K_2S 4%, NaOH 50%, HCl (0,1 N), NaOH (0,1 N), indikator metil merah), bahan kimia untuk analisis kadar asam (NaOH). Susu segar diperoleh dengan cara membeli dari KUD DAU Malang. Sedangkan jeruk lemon diperoleh dari pasar Kepanjen-Malang.

2. Peralatan yang digunakan untuk penelitian adalah :

- Peralatan pembuatan keju Mozzarella, antara lain: Kompor gas, bak pengolah keju, panci (panci besar, panci sedang dan panci kecil), pengaduk, sarung tangan, termometer, pipet ukur, pisau, *stop watch*, timbangan analitik, gelas ukur, buret, *beaker glass* dan sendok besar.

- Peralatan analisis kadar air, antara lain: oven, botol timbang, timbangan analitik, termometer dan eksikator.

Peralatan analisis kadar protein, antara lain: Kompor gas, timbangan, *stop watch*, *destilator*, labu *Kjeldal*, *erlenmeyer*, pipet, dan buret.

Peralatan uji daya leleh dan kemuluran antara lain: *plat stainless steel*, oven vakum, gelas ukur, jangka sorong, neraca analitik, *water bath*, Universal Testing Instrument merk Lloyd dan pisau.

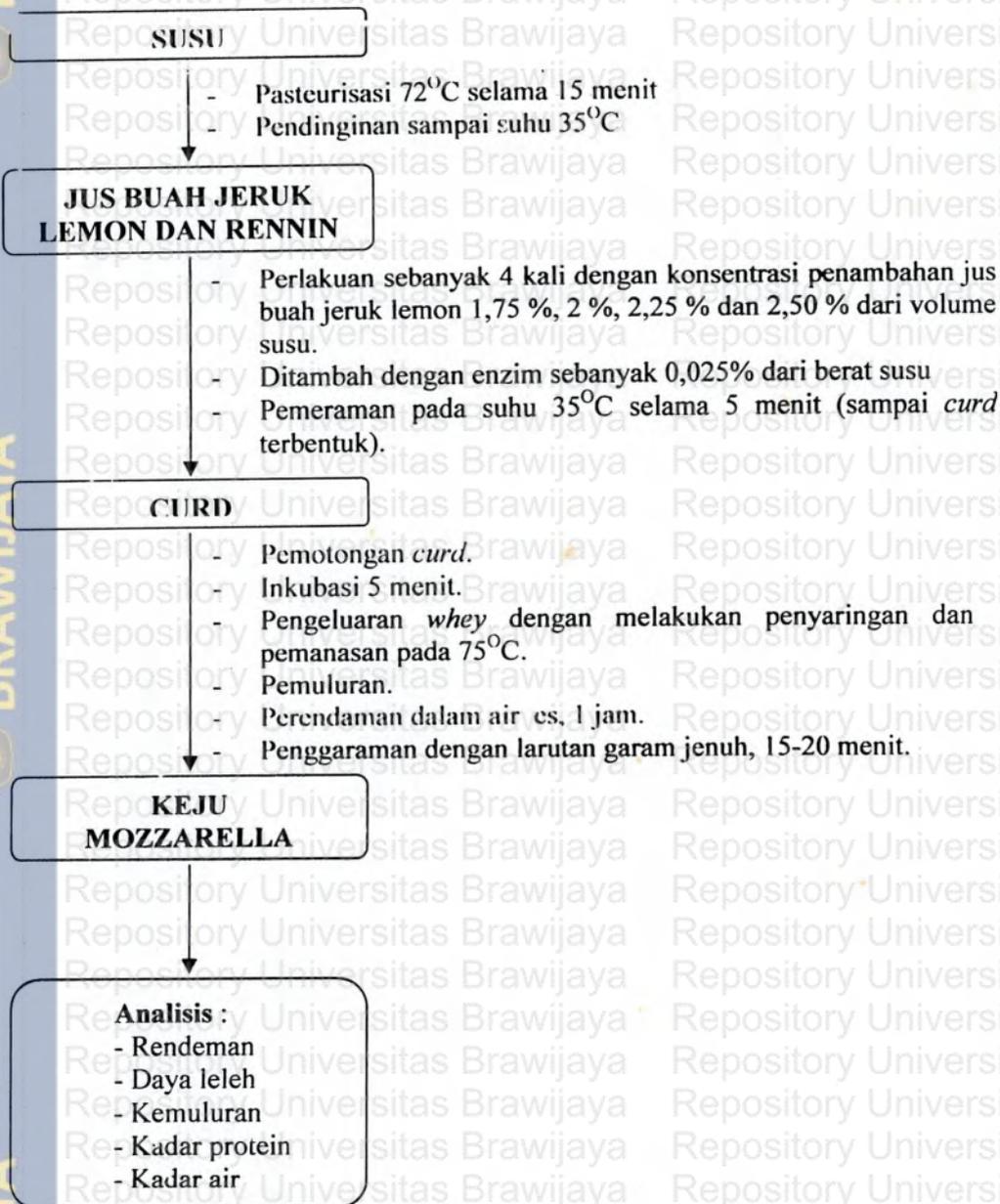
3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan setiap perlakuan diulang 4 kali. Perlakuan tersebut ialah penggunaan bahan pengasam jus buah jeruk lemon 1,75 % (P1), 2,00% (P2), 2,25 % (P3) dan, 2,50 % (P4) dengan bahan 3 liter susu. Adapun variabel-variabel yang diamati pada penelitian ini adalah : rendemen, daya leleh, kemuluran, kadar protein dan kadar air.

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Pembuatan keju mozzarella

Pembuatan keju untuk penelitian ini dilakukan sesuai dengan prosedur penelitian seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir percobaan keju Mozzarella

3.4.2 Analisa Sampel Keju Mozzarella

Variabel yang diukur adalah rendemen, kadar air, kadar protein, kemuluran, daya leleh, dengan perlakuan penambahan enzim renin 0,025 % dan jus buah jeruk lemon. Produk dari penelitian ini diuji kualitasnya meliputi:

- a. Pengujian protein mengikuti prosedur Sudarmadji dkk (1997) seperti tertera pada Lampiran 1.
- b. Pengujian kadar air mengikuti prosedur Cunnif (1999) seperti tertera pada Lampiran 2.
- c. Pengujian rendemen mengikuti prosedur Shakheel-Ur-Rehman *et al.* (2003) seperti tertera pada Lampiran 3.
- d. Pengujian kemuluran mengikuti prosedur Kuo *and* Gunasekaran (2003) seperti tertera pada Lampiran 4.
- e. Pengujian daya leleh mengikuti prosedur Tunick *et al.* (1993) seperti tertera pada Lampiran 5.

3.4.3. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam, apabila terdapat perbedaan di antara perlakuan, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (Sastrosupadi, 2000).

3.4.4. Batasan Istilah

Keju Mozzarella : Keju khas Italia keju yang lunak dimana dalam proses pembuatannya tidak dimatangkan, dengan ciri-ciri : elastis, berserabut dan lunak (biasa digunakan dalam pembuatan *pizza*).

Rendemen

: Berat keju yang diperoleh dari setiap bak pengolahan keju setelah dipindahkan dari larutan garam dibagi dengan bobot susu yang digunakan kali 100 %.

Kadar air

: Air yang terkandung dalam 100 gram bahan dalam keadaan basah ataupun gram yang terkandung tiap 100 gram bahan kering.

Daya leleh

: Panjang keju setelah mengembang (secara pelan-pelan) ketika dipanaskan dengan suhu 232°C selama 5 menit (Tunick *et al.* 1993).

Kemuluran

: Tekanan maksimum yang diperlukan benda untuk peregangan (Kuo *and* Gunasekaran, 2003).



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Rendemen Keju Mozzarella

Hasil analisis ragam dan UJBD Rendemen keju Mozzarella dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan jus buah jeruk Lemon tidak berpengaruh terhadap rendemen keju Mozzarella. Nilai rata-rata kadar air keju Mozzarella dari perbedaan penggunaan jus buah jeruk lemon ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 4.

Tabel 2. Nilai rata-rata rendemen keju Mozzarella per *wet basis*

Perlakuan (%)	Rata- rata (%)
2,50	10,00 ^a
1,75	10,16 ^a
2,0	10,76 ^{a1}
2,25	10,77 ^a

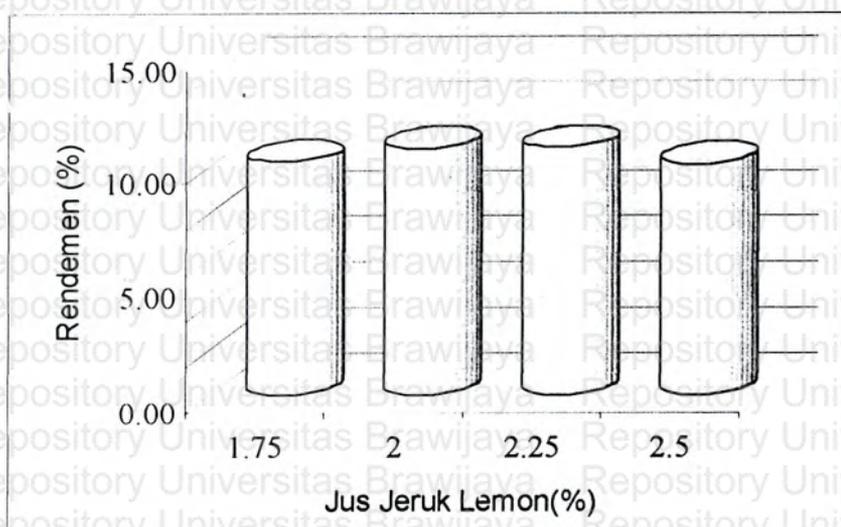
Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Gambar 4. menunjukkan bahwa rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan jus buah jeruk lemon sebesar 2,25 % sebesar 10,77 %, sedangkan rendemen terendah terdapat pada perlakuan penambahan jus buah jeruk lemon sebesar 2,50 % sebesar 10,00 %.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan tingkat konsentrasi jus buah jeruk lemon mulai dari 1,75 % sampai 2,50 % tidak menunjukkan perbedaan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Tidak adanya perbedaan dari masing-masing perlakuan disebabkan oleh pada penambahan jus jeruk Lemon 1,75 % mempunyai kadar protein rendah sedangkan di sisi lain mempunyai kadar air yang tinggi. sedangkan pada penambahan jus jeruk Lemon 2,50 % mempunyai kadar protein yang tinggi tetapi mempunyai kadar air yang rendah. Hal ini



menyebabkan bobot rendemen yang diperoleh relatif sama sehingga bila dianalisa dengan analisis ragam juga tidak terdapat perbedaan.



Gambar 4. Hubungan antara penambahan jus jeruk lemon dengan rendemen keju Mozzarella

Hasil penelitian ini mempunyai kecenderungan yang sama dengan hasil penelitian Metzger *et al.* (2000) tentang pengasaman awal menggunakan asam sitrat pada pH 6,0 dan 5,8, yaitu dengan hasil rendemen yang sebenarnya (*actual yield*) yang sama, bahkan bila dibandingkan dengan kontrol juga sama.

Rendemen yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 10,00 % sampai 10,77 %, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan jus buah jeruk lemon cukup efektif karena berada di kisaran 10 % setara dengan penelitian Gaman dan Sherrington (1994) yang menghasilkan rendemen keju sebesar 10 %.

4. 2. Pengaruh Perlakuan terhadap Daya Leleh Keju Mozzarella

Hasil analisis ragam dan UJBD daya leleh keju Mozzarella dapat dilihat pada Lampiran 10. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan jus buah jeruk Lemon tidak berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap daya leleh keju



Mozzarella. Nilai rata-rata daya leleh keju Mozzarella dari perbedaan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 5.

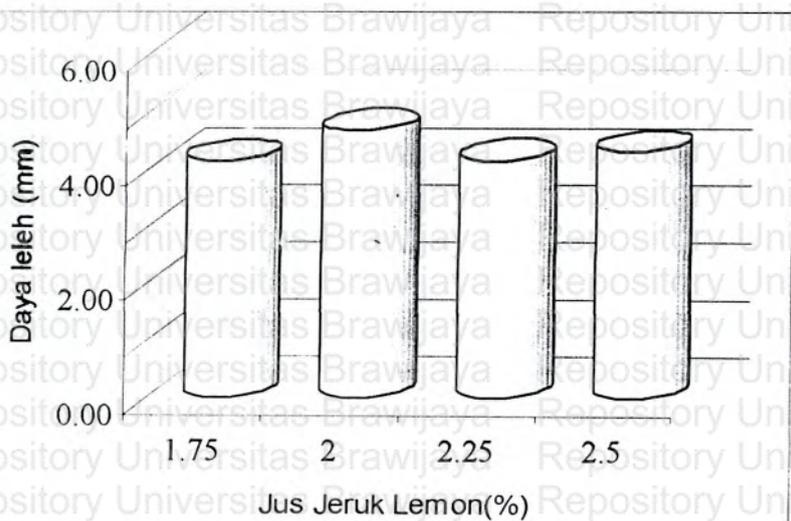
Dari hasil analisa statistik perbedaan perlakuan penambahan jus buah jeruk lemon tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Kualitas fisik dan kimia keju seperti, tekstur, warna, daya leleh dan kemuluran. Tidak adanya perbedaan perlakuan terhadap daya leleh keju Mozzarella dapat disebabkan oleh penggunaan bahan-baku susu yang sama sehingga komposisi keju yang sama, suhu pemanasan yang sama, dan waktu yang sama.

Tabel 3. Nilai rata-rata daya leleh keju Mozzarella

Perlakuan (%)	Rata-rata (mm)
1,75	4,13 ^a
2,25	4,15 ^a
2,50	4,30 ^a
2,0	4,68 ^a

Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Lucey, Johnson and Horne (2003) menyatakan bahwa hal-hal yang dapat mempengaruhi daya leleh adalah komposisi keju, waktu dan suhu pemanasan serta oleh ketelitian pengukuran dan alat ukurnya.



Gambar 5. Hubungan antara pada penambahan jus jeruk Lemon dengan daya leleh keju Mozzarella

Perlakuan penambahan berbagai konsentrasi jus jeruk lemon tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) karena penambahan bahan pengasam lebih berperan dalam pembentukan koagulasi protein.

Pada prinsipnya protein tidak dapat meleleh, daya leleh keju tergantung pada jumlah dan kekuatan ikatan misel-misel (Park et al., 1984), pendapat ini didukung oleh Lucey *et al.* (2003) yang menyatakan bahwa protein tidak meleleh, tetapi interaksi antara misel kasein dapat menimbulkan efek yang disebut meleleh.

Kekuatan interaksi antar misel kasein lebih dipengaruhi oleh hidrolisis β -kasein dan degradasi κ -s1-kasein dibandingkan oleh pH. Lucey *et al.* (2003) menyatakan bahwa pH bukan merupakan faktor utama yang mempengaruhi daya leleh keju Cheddar, tetapi jika pH terlalu rendah ($pH < 4,9$), maka akan terjadi penurunan daya leleh, kemuluran dan kohesi pada *curd*

Hasil yang diperoleh dari masing-masing perlakuan sama-sama belum mencapai titik isoelektrik, sehingga kerja enzim protease yang ditambahkan belum optimal. Hal ini menyebabkan ikatan protein yang terbentuk dari masing-masing perlakuan sama-sama belum optimal, sehingga perlakuan penambahan jus jeruk lemon tidak memberikan pengaruh yang signifikan.

Daya leleh keju ditentukan oleh β -kasein yang berlangsung ketika κ -s1-kasein terdegradasi. Penelitian Bogenrief *and* Olson (1995) tidak ditemukan hubungan antara hidrolisis dengan daya leleh keju, daya leleh lebih dipengaruhi oleh β -kasein. Peningkatan sifat-sifat fungsional (terutama daya leleh) terkait dengan degradasi κ -s1-kasein dengan lama masa simpan (Dave, McMahon, Oberg *and* Broadbent, 2003).



Daya leleh dipengaruhi oleh kondisi kadar lemak. Lemak merupakan satu-satunya bagian yang benar-benar meleleh (Lucey *et al.*, 2003) dimana lemak susu tersusun dari berbagai macam trigliserida yang mempunyai suhu leleh yang berbeda. Tunick *et al.* (1993) menyatakan bahwa pada saat pelelehan globula-globula lemak yang menyebar akan bersatu kembali dan berperan untuk memutuskan rantai protein dan membuat keju mampu meleleh lebih cepat dan lebih panjang.

Mozzarella yang daya lelehnya diukur dengan metode yang diterapkan oleh McMahon *et al.* (1999) dalam penelitiannya yang menunjukkan bahwa keju Mozzarella dengan kadar lemak rendah mempunyai daya leleh yang lebih rendah daripada keju Mozzarella dengan kadar lemak tinggi.

Dari hasil perlakuan berbagai konsentrasi penggunaan jus buah jeruk lemon didapatkan daya leleh keju Mozzarella berkisar antara 4,1 sampai 4,6 mm dimana hasil ini lebih baik dari penggunaan starter bakteri (50 % *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* dan 50% *Lactobacillus bulgaricus*) yang dilakukan oleh Tunick, *et al.* (1993) dimana menunjukkan bahwa keju Mozzarella dengan kadar lemak rendah dan kadar lemak tinggi, daya leleh terendah ialah 0,9 dan tertinggi ialah 3,2 mm. Penelitian Dave, McMahon and Oberg (2003) menunjukkan bahwa keju Mozzarella yang dibuat dengan pengasaman langsung menggunakan glukono- δ -lakton mempunyai daya leleh yang lebih tinggi dengan makin meningkatnya kadar lemak. Tingginya daya leleh yang diperoleh dari penelitian ini disebabkan oleh penggunaan pengasaman langsung sehingga proses koagulasi dapat berlangsung lebih cepat, sehingga lemak yang ikut terkoagulasi bersama protein lebih tinggi.





Dari hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan jus buah jeruk lemon yang digunakan dalam pembuatan keju Mozzarella, mempunyai daya leleh yang relatif tinggi sehingga akan mempunyai penampakan yang lebih menarik jika digunakan dalam produk makanan.

4. 3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemuluran keju Mozzarella

Hasil analisis ragam dan UJBD kemuluran keju Mozzarella dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan jus buah jeruk Lemon tidak berpengaruh terhadap kemuluran keju Mozzarella. Nilai rata-rata kemuluran keju Mozzarella dari perbedaan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 6.

Tabel 4. Nilai rata-rata kemuluran keju Mozzarella

Perlakuan (%)	Rata-rata (1/N)
2,50	1,01 ^a
2,0	1,27 ^a
2,25	1,65 ^a
1,75	1,70 ^a

Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Kualitas fisik dan kimia seperti, tekstur, warna, daya leleh dan kemuluran keju pada dasarnya tergantung pada interaksi antar kasein (Lucey et al., 2002).

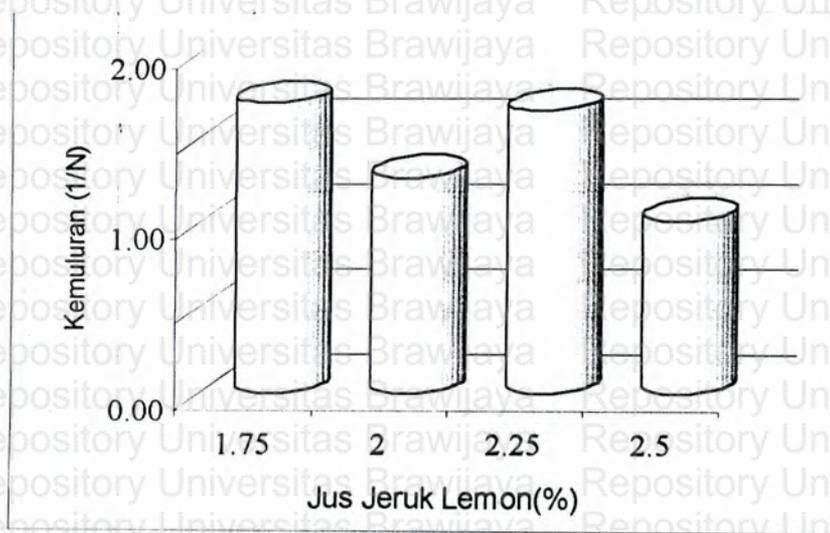
Yun, Hsieh, Barbano *and* Kindstedt (1994), Lomholt *and* Qvist (1999) dan Lucey (2002) menyatakan bahwa pada keasaman tinggi, keju mempunyai rantai protein yang lebih kuat dibandingkan dengan pada keasaman yang rendah.

Lucey *et al.* (2003) menyatakan bahwa pada beberapa keju mempunyai daya leleh dan kemuluran yang terjadi pada nilai pH yang lebih tinggi (pH 6,0 pada keju dengan pengasaman langsung menggunakan asam laktat).



Keasaman susu yang diperoleh dari masing-masing perlakuan belum mencapai titik isoelektrik susu, sehingga kerja enzim protease yang ditambahkan juga sama-sama tidak optimal. Kerja enzim protease yang belum optimal tersebut menyebabkan kekuatan ikatan misel-misel kasein yang terbentuk pada masing-masing perlakuan sama-sama kurang kuat, sehingga dari analisa tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Sebaliknya bila perbedaan pH susu yang dihasilkan cukup signifikan maka, kerja enzim protease juga akan berbeda, karena nilai pH substrat berpengaruh secara langsung terhadap kerja protease tersebut.



Gambar 6. Hubungan antara perlakuan dengan kemuluran keju Mozzarella.

Kemuluran keju Mozzarella dapat meningkat seiring dengan lamanya waktu simpan seperti dinyatakan Kinstedt *et al.* (1991), keju Mozzarella tidak memerlukan waktu pematangan, tetapi penyimpanan antara 2 sampai 3 minggu dapat menyebabkan turunnya elastisitas dan meningkatkan daya leleh maupun kemuluran.

4.5. Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Protein

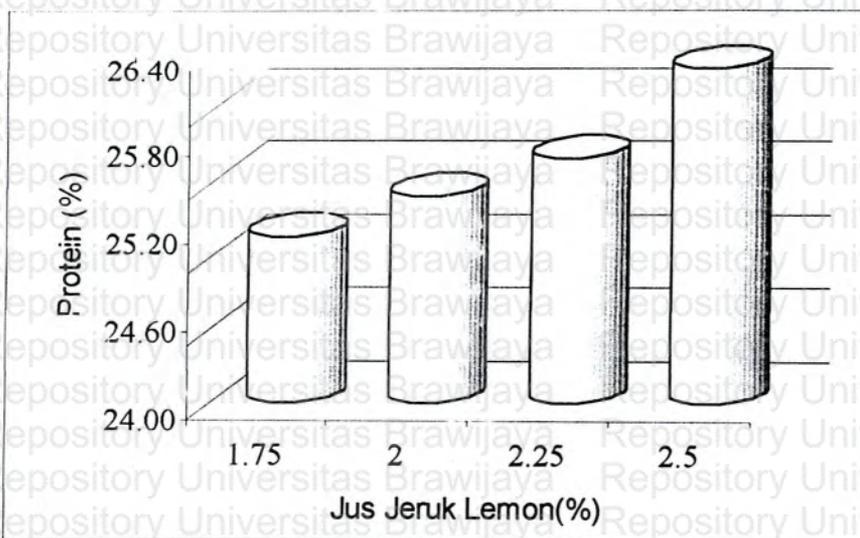
Hasil analisis ragam dan UJBD kadar protein keju Mozzarella dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan jus buah jeruk lemon sebagai bahan pengasam memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar protein keju Mozzarella.

Nilai rata-rata kadar protein keju Mozzarella dari perlakuan penggunaan jus buah jeruk lemon serta hasil Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 7.

Tabel 5. Nilai rata-rata kadar protein (%) keju Mozzarella per dan hasil UJBD

Perlakuan (%)	Rata-rata (%)
1,75	25,11 ^a
2,00	25,40 ^{ab}
2,25	25,66 ^{bc}
2,50	26,30 ^c

Superskrip (a,b,c,d) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$).



Gambar 7. Hubungan antara perlakuan dengan kadar protein keju Mozzarella

Nilai rata-rata kadar protein keju Mozzarella pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi penggunaan jus buah jeruk lemon, maka kadar protein keju Mozzarella yang dihasilkan menjadi tinggi. Rata-rata kadar protein keju



Mozzarella tertinggi terdapat pada perlakuan penggunaan jus buah jeruk lemon 2,50 % yaitu 26,30 %, sedangkan rata-rata kadar protein terendah terdapat pada penggunaan jus buah jeruk lemon 1,75 % yaitu 25,11%. Perbedaan kadar protein yang dihasilkan dalam penelitian ini disebabkan oleh berbagai konsentrasi jus buah jeruk lemon, sehingga pH yang dihasilkan masing-masing perlakuan juga berbeda.

Pada perlakuan penambahan jus buah jeruk lemon 1,75 %, didapatkan pH 5,5 sedangkan pada perlakuan penambahan jus buah jeruk lemon 2,50 % diperoleh pH 5,1. Penurunan pH yang berbeda mengakibatkan terjadinya destabilisasi misel kasein berbeda pula, seperti dinyatakan oleh Hui (1993) bahwa pada pH di bawah 5,5 misel mulai bergabung akibat dari menurunnya potensi tekanan permukaan dan tekanan permukaan mendekati nol pada pH sekitar 5,2.

Pernyataan di atas menunjukkan bahwa penggumpalan protein yang terjadi dapat berlangsung lebih kuat pada penggunaan bahan pengasam yang lebih tinggi, dan penggumpalan protein akan berlangsung sempurna pada titik isoelektriknya.

Menurut Hudson (1992) ketika mencapai titik isoelektrik daya tarik antara molekul protein lebih dominan sehingga protein cenderung menyatu. Lebih kuatnya ikatan protein-protein menyebabkan, kekuatan ikatan protein-air akan berkurang sehingga protein yang ikut terlarut bersama *whey* lebih sedikit. Turunnya kekuatan protein-air juga akan menyebabkan keju Mozzarella yang diperoleh dengan menggunakan pengasam yang lebih tinggi mempunyai kadar air yang lebih rendah, seperti pada ditunjukkan pada Tabel 8.

Penggunaan Jus buah jeruk Lemon dalam penelitian ini menghasilkan kadar protein berkisar antara 25,11% sampai 26,30 %, hal ini menunjukkan bahwa

penggunaan pengasam jus buah jeruk lemon lebih efektif dari penelitian Emmons, Dubo *and* Modler (2003) menunjukkan bahwa rata-rata kadar protein keju sebesar 24,239% dari total berat keju, sedangkan Kuo, Anderson *and* Gunasekaran (2003) dalam penelitiannya mendapatkan kadar protein keju Mozzarella sebesar $24,87 \pm 0,91$ % ;

4.5 Pengaruh Perlakuan terhadap kadar Air Keju Mozzarella

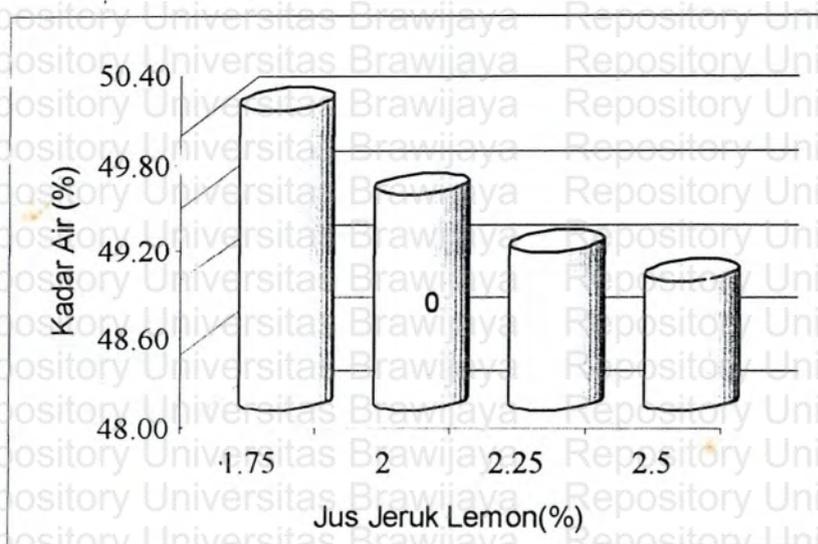
Hasil analisis ragam dan UJBD kadar air keju Mozzarella dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan jus buah jeruk lemon sebagai bahan pengasam memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air keju Mozzarella. Nilai rata-rata kadar air keju Mozzarella dari perbedaan penggunaan jus buah jeruk lemon serta hasil Uji Jarak Berganda Duncan dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 8.

Tabel 6. Nilai rata-rata kadar Air (%) keju Mozzarella dan hasil UJBD

Perlakuan (%)	Rata-rata (%)
2,50	48,88 ^a
2,25	49,08 ^b
2,0	49,48 ^c
1,75	50,04 ^d

Superskrip (a,b,c,d) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$).

Nilai rata-rata kadar air keju Mozzarella pada Tabel 9. menunjukkan bahwa semakin tinggi penggunaan jus buah jeruk lemon, maka kadar air keju Mozzarella yang dihasilkan semakin rendah. Rata-rata kadar air keju Mozzarella tertinggi terdapat pada perlakuan penggunaan jus buah jeruk Lemon 1,75 % yaitu 50,04 %, sedangkan rata-rata kadar air terendah terdapat pada penggunaan jus buah jeruk Lemon 2,50 % yaitu 48,877 %.



Gambar 8. Hubungan antara perlakuan dengan kadar air keju Mozzarella

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa kadar air keju Mozzarella semakin rendah pada penggunaan jus buah jeruk lemon yang lebih tinggi.

Pengaruh perlakuan terhadap kadar air keju Mozzarella berkaitan erat dengan proses *sineresis*, yang merupakan faktor terpenting dalam penentuan kadar air keju. Perbedaan peningkatan kadar air keju Mozzarella tersebut disebabkan oleh semakin tingginya penambahan jus buah jeruk lemon kemungkinan menghasilkan proses *sineresis* yang lebih lama.

Hui (1993) menyatakan bahwa *sineresis* merupakan suatu proses yang kompleks, yang meliputi pengkerutan atau kontraksi antar gel protein akibat adanya peningkatan interaksi protein-protein dan menurunnya interaksi protein-air, sehingga memacu pembentukan *curd* bersamaan dengan terjadinya pemisahan *whey*. Pengkerutan *building block* (dinding jaringan) menyebabkan semua jaringan akan mengkerut secara proporsional, sehingga kemampuan protein mengikat atau memerangkap air bisa hilang (Fox *et al.*, 2000).

Data rata-rata Tabel 6. menunjukkan bahwa kadar air keju Mozzarella yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 48,77% sampai dengan





50,35%. *US Department of Agriculture* dalam Correll (2002) menyatakan bahwa kadar air keju *Mozzarella* berkisar antara 45 % sampai 52 %, maka keju *Mozzarella* yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah termasuk dalam kelompok *Low-moisture whole milk Mozzarella*. Pendapat lain menyatakan bahwa keju *Mozzarella* memiliki kadar air berkisar 52 % (Anonim, 2003^a).

Pada saat ini *Low-moisture whole milk Mozzarella* lebih banyak diproduksi karena lebih awet dan lebih mudah digunakan dalam adonan pizza (Correll, 2002) dengan demikian penggunaan jus buah jeruk lemon dalam pembuatan keju *Mozzarella* cukup efektif, karena dapat menghasilkan keju *Mozzarella* dengan kadar air rendah (*Low-moisture whole milk Mozzarella*).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penggunaan jus buah jeruk Lemon sebagai bahan pengasam langsung dalam pembuatan keju Mozzarella menunjukkan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada kadar protein dan kadar air. Kadar protein yang diperoleh antara 25,11-26,30% dimana semakin tinggi konsentrasi jus buah jeruk Lemon yang digunakan maka semakin tinggi pula kadar protein yang dihasilkan tetapi menghasilkan kadar air yang semakin rendah yakni 50,04 - 48,877 %.

Pengasaman langsung dengan menggunakan jus buah jeruk lemon tidak menunjukkan perbedaan pengaruh terhadap kemuluran, daya leleh dan rendemen keju Mozzarella yang dihasilkan. Penggunaan berbagai konsentrasi jus buah jeruk Lemon sebagai bahan pengasam langsung tidak menunjukkan perbedaan pengaruh terhadap rendemen keju mozzarella, tetapi rendemen yang dihasilkan rata-rata di atas 10 %.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini maka disarankan untuk menggunakan jus jeruk Lemon sebagai bahan pengasam langsung karena selain murah dan mudah didapatkan di pasaran, kualitas keju mozzarella yang dihasilkan sangat baik dengan proses pembuatan yang cepat.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. Fruit, Nutrition, and Evolution. <http://www.naturalhub.com/natural.food.guide/fruit/common.html>. Diakses tanggal : 28 April 2006
- _____. 2003. Cheese by Texture. [http:// www.msu.cheese. Com](http://www.msu.cheese.Com). Diakses tanggal : 28 April 2006
- _____. 2006. Fruits of warm climates. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/lemon.html>. Diakses tanggal : 28 April 2006
- Bogenrief, D. D., and N. F. Olson. 1995. Hydrolysis of β -casein increases Cheddar cheese meltability. *Milchwissenschaft* 50:678–682.
- Bouzas, J. C. A., Kant, F.W Body Feld and J.A. Torres. 1993. Time and Temperatur Inthtence on Chemical Aging Indicator for a Commercial Cheddar Cheese. *Journal Food Science*.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet and N. Wooton. 1992. Ilmu Pangan. Penerjemah H. Purnomo dan Adiono. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Bunton, M. 2005^a. Mozzarella Cheese Recipe. Home Dairying & Cheesemaking. Fias Co Farm.
- _____. 2005^b. Home Dairying and Cheesemaking. Fias Co. Farm. <http://fiascofarm.com/dairy/mozzarella.htm>. Diakses tanggal : 28 April 2006
- Calandrelli, M. 2005. Manual On The Production Of Traditional Buffalo Mozzarella. <http://64.233.179-104.fr/publication/infostechniques/mozzarella.pdf>. Diakses tanggal 5 Mei 2006.
- Corell, J. 2002. 9 – Pizza Cheese. john@correllconcepts.com. Diakses tanggal 5 Mei 2006.
- Cunnif, P. 1999. Official Method of Analysis of AOAC International. AOAC International Suite 500 481 North Frederick Avenue Gaithersburg, Maryland USA 16^{ed}. 5th Revision Volume II.



Dave, R. I., D.J. McMahon, C.J. Oberg and J.R. Broadbent. 2003. Influence of Coagulant Level on Proteolysis and Functionality of Mozzarella Cheese Made Using Direct Acidification. *Journal Dairy Science*. 86:114-126.

Emmons, D. B. Dube, C. Modler, W. 2003. Transfer of Protein to Cheese. *Journal Dairy Science*. 86: 469-485.

Everett, D. 2003. Functionality of Directly Acidified Mozzarella Cheese Using Different Acid Types. Thesis Topics for 2003. Food Science Departemen – Universitas of Otago.

Fox, P.F., 1989. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *J. Dairy Sci*. 72:1379-1400

_____, T.P. Guinee, T.M. Cogan and P.L.H. McSweeney. 2000. Fundamentals of Cheese Science. An Aspen Publication. Gaithersburg. Maryland

Fankhauser, David B. 2006. Rennet for Making Cheese. [http:// biology. clc. uc. edu/ Fankhauser/ Cheese/ Rennet/ Rennet. html](http://biology.clc.uc.edu/Fankhauser/Cheese/Rennet/Rennet.html). Diakses tanggal : 15 Juli 2006

Gaman, P.M. dan Sherington. 1994. Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi. Diterjemahkan oleh M. Gardjito, S. Naruki, A. Murdiati, dan Sardjono. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Gunasekaran, S., and M. M. Ak. 2003. Measuring cheese stretchability. Pages 377-397 in *Cheese Rheology and Texture*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Guinea, T. P, Feeney, E. P, Auty, M. A and Fox, P. F. 2002. Effect of pH and Some Texture and Functional Properties of Mozzarella Cheese. *Journal Dairy Science*. 85: 1655-1669. American Dairy Science Association.

Hettiarachchy , N.S. and G.R. Ziegler. 1994. Protein Functionality in Food System. Institute of Food Technologist. Chicago.

Hui, Y.H. 1991. Dictionary of Food Science and Technology. Willey, Inter Science Publication. New York.

_____. 1993. Encyclopedia of Food Science and Technology. Vol. 2. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Idris, S. 1995. Pengantar Teknologi Pengolahan Susu. Penerbit Fajar. Malang.



- Johnson, M., and B. A. Law. 1999. The origins, development and basic operations of cheesemaking technology. Pages 1–32 in *Technology of Cheesemaking*. B. A. Law, ed. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK.
- Joshi, N., K. Muthukumarappan and R.I. Dave. 2003. Role of Calcium in Stretchability of Mozzarella Cheese. *Dairy Science Dept.* 86:1918-1926.
- _____. 2004. Effect of Calcium on Mikrostruktur and Meltability of part Skim Mozzarella Cheese. *Journal Dairy Science*. July 1, 2004; 87(7): 1975 - 1985.
- Kalab, M. 2004. Cheese: Development of Structure. *Food Under the Microscope*. <http://anka.livstek.lth.Sc:2080/microscopy/f-cheese.htm>. Diakses tanggal 5 Mei 2006.
- Kindsted, P. S., L. J. Kiely, J. J. Yun and D. M. Barbano. 1991. Relationship between Mozzarella manufacturing parameters, cheese composition, and functional properties : Impact coagulant. Pages 89-110 in *Prock. 28th Annual Marschall Italian Ceese Seminar, Madison, WI.*
- Kuo, M.I. and S. Gunasekaran. 2003. Effect of Frozen Storage on Physical Properties of Pasta Filata and Nonpasta Filata Mozzarella Cheeses. *Journal Dairy Science*. 86:1108-1117.
- Lomholt, S. B., and K. B. Qvist. 1999 The formation of cheese curd. Pages 66–98 in *Technology of Cheesemaking*. B. A. Law, ed. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK.
- Lucey, J.A. 2002. Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.* 85:281–294.
- Lucey, M.E., Johnson and D.S. Horne. 2003. Invited Review: Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese. *Journal Dairy Science*. 86:2725-2743.
- Mangino, M.E. 1994. Protein Lipid Interactions in Emulsions. In *Novam, S. 1994. Protein Technology in Food System*. Marcel Dekker Inc. New York.
- McMahon, D.J., C.J. Oberg, and W. McManus. 1993. Functionality of Mozzarella cheese. *Aust. J. Dairy Science*. 48:99–104.



_____, D.J., R.L. Fife and C.J. Oberg. 1999. Water Partitioning in Mozzarella Cheese and Its Relationship to Cheese Meltability. *Journal Dairy Science*. 82:1361-1369.

Meina, D. dan Karjono. 1992. Jenis-jenis Jeruk Lemon. *Trubus* edisi Desember 1992/XXII.

Metzger, L.E., D.M. Barbano, P.S. Kindstedt and M.R. Guo. 2000. Effect of Milk Preacidification on Low Fat Mozzarella Cheese: II. Chemical and Functional Properties During Storage. *Journal Dairy Science*. 84:1348-1356.

Morton, J., 1987. Lemon. P. 160-168 : In *Fruits of Warm Climates*, Julia. F. Mortom, Miami.FL : <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/lemon.html#Description>. Diakses tanggal 26 Pebruari 2006.

[NRDC], 2003. Mozzarella Cheese. National Research Development Corporation. <http://www.nrdcindia.com/pages/mozzarella.htm>. Diakses tanggal : 10 Juni 2006

Park, J., J. R. Rosenau, and M. Peleg. 1984. Comparison of Four Procedures of Cheese Meltability Evaluation. *Journal Food Science*. 49:1158-1162, 1170.

Pastorino, A.J., R.I. Dave, C.J. Oberg, and D.J. McMahon. 2002. Temperature Effect on Structure-Opacity Relationship of Nonfat Mozzarella Cheese. *Journal Dairy Science*.

Purwadi., 2000. Teknologi Pembuatan Keju. Disampaikan dalam kuliah luar biasa tentang "Bisnis Keju". Fakultas Peternakan. Malang.

Sastrosupadi, 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Edisi Revisi. Cetakan Pertama. Kanisius. Yogyakarta.

Shakeel-Ur-Rehman., N.Y. Farkye and B. Yim. 2003. Use of Dry Milk Protein Concentrate in Pizza Cheese Manufactured by Culture or Direct Acidification. *Journal Dairy Science*, 86(12): 3841 - 3848.

Stefanini, G. 1991. Mozzarella Cheesemaking in Italia. *Proceedings of Marschall Italian & Specialty Cheese Seminars*.

Sudarmadji., B. Haryono dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Pangan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.





Tunick, M.H., E.L. Malin, P.W. Smith, J.J. Shieh, B.C. Sullivan, K.L. Mackey and V.H. Holsinger. 1993. Proteolysis and Rheology of Low Fat and Full Fat Mozzarella Cheeses Prepared from Homogenized Milk. *Journal Dairy Science*. 76:3621–3628.

Widodo, 2003. *Bioteknologi Industri Susu*. Lacticia Press. Yogyakarta.1: 85

[Wikipedia] 2006 .Free Ensiklopedia.<http://id.wikipedia.org/wiki/Lemon>. Diakses tanggal 3 Desember 2006.

Willman, C. and N. Willman. 1993. *Home Cheese Making*. The Australian Dairy Corporation. Melbourne.

Winarno, F.G., 1993. *Enzim Pangan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Yun J.J., Y.L. Hsieh, D.M. Barbano and P.S. Kindstedt. 1994. Draw pH and Storage Affect Rheological Properties of Mozzarella Cheese. *Journal Food Science*. 59:1302–1304.