



PENAMBAHAN TEPUNG TAPIOKA PADA PEMBUATAN KEJU MOZZARELLA MODIFIKASI

SKRIPSI

Oleh:

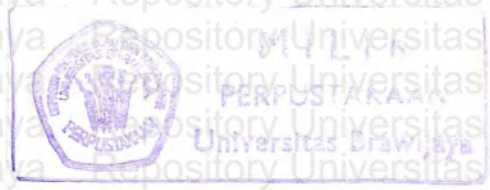
Andik Susanto
NIM. 0001050182



Handwritten notes in blue ink: "FPT 2007" and "00182" next to the official seal.

Handwritten notes in blue ink: "182" and "JUL 2007".

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2007





**PENAMBAHAN TEPUNG TAPIOKA PADA PEMBUATAN
KEJU MOZZARELLA MODIFIKASI**

SKRIPSI

Oleh :

**Andik Susanto
NIM. 0001050182**

Skripsi 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**



PENAMBAHAN TEPUNG TAPIOKA PADA PEMBUATAN KEJU MOZZARELLA MODIFIKASI

SKRIPSI

Oleh :

Andik Susanto
NIM.0001050182

Telah dinyatakan lulus dalam ujian sarjana
Pada hari/tanggal : Rabu, 6 Juni 2007

Menyetujui
Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama


Dr. Ir. Purwadi, MS.

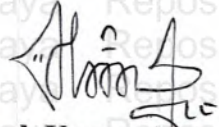
Tanggal : 10-7-2007

Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Djalal Rosyidi, MS.

Tanggal : 14-6-2007

Anggota Tim Penguji


Khothibul Umam AlAwwal, S.Pt., M.Si.

Tanggal : 9-7-2007

Mengetahui
Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya Malang


Prof. Dr. Ir. Hartutik, MP.

NIP. 131 125 348

17/7/07

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 27 Juli 1981 sebagai putra kedua dari lima bersaudara dari Bapak Ngadianto dan Ibu Sunarti.

Jenjang pendidikan yang pernah ditempuh penulis yaitu : tahun 1994 lulus Sekolah Dasar (SD) Negeri Ketawanggede II, tahun 1997 lulus Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 13 Malang, tahun 2000 lulus Sekolah Menengah Atas (SMA) Muhammadiyah I Malang. Pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa program Reguler Starata -I Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya pada Program Studi Teknologi Hasil Ternak melalui Seleksi Ujian Masuk Perguruan Tinggi Negeri (UMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Ternak (HIMATENA) sebagai Ketua Departement Diskusi dan Seminar periode 2000-2001 dan Ketua Bidang Penelitian dan Pengembangan periode 2001-2003, Ketua Majelis Penunjang Majelis Ta'lim dan Forum Ukhuwah Islamiyah Fakultas Peternakan (MT-FUNA) periode 2001-2003, pernah sebagai asisten praktikum mata kuliah Mikrobiologi Umum pada 2003-2004 dan pernah mengikuti Lomba Karya Tulis Ilmiah (LKTI) mahasiswa baru Universitas Brawijaya angkatan tahun 2000-2001 bidang IPA. Beasiswa yang pernah diterima penulis adalah beasiswa SUPERSEMAR tahun 2001 dan 2004, beasiswa TPSDP tahun 2002 dan beasiswa BBM tahun 2003.

KATA PENGANTAR

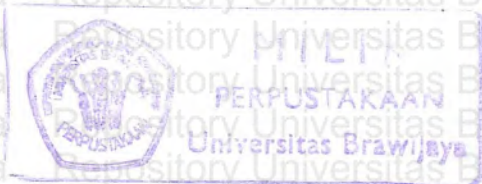
Puji syukur Penulis kepada Allah SWT. atas semua petunjuk dan ridho yang telah diberikan sehingga Penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Penambahan Tepung Tapioka Pada Pembuatan Keju Mozzarella Modifikasi” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Pada kesempatan ini Penulis sampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Purwadi, MS. selaku dosen Pembimbing Utama atas bimbingan serta nasihatnya dan Bapak Dr. Ir. Djalal Rosyidi, MS. selaku Pembimbing Pendamping atas bimbingan dan motivasinya dalam penyusunan laporan ini.
2. Bapak Khothibul Umam Al Awwaly, S.Pt., M.Si. selaku Penguji atas sarannya.
2. Ketua Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya atas ijin pemakaian Laboratorium Rekayasa dan Pengolahan Hasil Ternak dan Fisiko Kimia Hasil Ternak Fakultas Peternakan.
3. Bapak, Ibu dan Nenek yang tersayang serta keluarga atas semua dukungan dan do'a yang diberikan.
4. Teman – teman seperjuangan THT 2000 serta saudara-saudara THT 1999, 2001,2002, 2003 dan 2004 atas motivasi dan persaudaraan yang diberikan.

Harapan Penulis semoga laporan ini memberikan suatu manfaat bagi semua pihak.

Malang, Juni 2007

Penulis,





ABSTRACT

THE ADDITION OF CASSAVA FLOUR IN MODIFIED MOZZARELLA CHEESE MANUFACTURING

The data of research was taken from September 4th to September 28th, 2006 in the Engineering and Processing Animal Product Laboratory and Physical Chemistry Animal Product Laboratory of Animal Husbandry Faculty, Central Laboratory of Food Science and Technology Brawijaya University Malang and Inter University Center Laboratory of Food and Nutrition Gadjah Mada University Yogyakarta.

The objective of this research to know the best concentration of cassava flour in modified Mozzarella cheese manufacturing considered on moisture content, meltability and stretchability. The treatment were cassava flour concentrations of 0 %, 2,50 %, 5 %, 7,50 % and 10 % from curd weight.

The addition of cassava flour in modified Mozzarella cheese manufacturing showed that the treatment gave a highly significant effect ($P < 0.01$) on moisture content and meltability, but did not give a significant effect ($P > 0.05$) on stretchability of modified Mozzarella cheese. The best treatment was modified Mozzarella cheese without addition of cassava flour. The addition of cassava flour could decrease moisture content and meltability, but increasing the stretchability.

Keywords : modified Mozzarella cheese, moisture content, meltability, stretchability and cassava flour.

RINGKASAN

PENAMBAHAN TEPUNG TAPIOKA PADA PEMBUATAN KEJU MOZZARELLA MODIFIKASI

Pengambilan data penelitian dilaksanakan pada tanggal 4 September 2006 sampai dengan 28 September 2006 di Laboratorium Rekayasa dan Pengolahan Hasil Ternak dan Fisiko Kimia Hasil Ternak Fakultas Peternakan, Laboratorium Sentral Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Rekayasa Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui persentase konsentrasi tepung tapioka yang paling baik dalam pembuatan keju Mozzarella modifikasi ditinjau dari kadar air, daya leleh dan kemuluran. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan informasi bagi produsen atau masyarakat umum untuk membuat keju Mozzarella modifikasi dengan penambahan tepung tapioka dan bagi mahasiswa untuk mengembangkan ilmunya.

Materi yang digunakan adalah susu segar, asam sitrat, enzim rennin, tepung tapioka, garam, minyak goreng, Trisodium sitrat dan Disodium fosfat. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah percobaan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat kali ulangan. Perlakuan terdiri atas penambahan tepung tapioka sebanyak 0 % (P1), 2,50 % (P2), 5 % (P3), 7,50 % (P4) dan 10 % (P5) dari bobot *curd*. Variabel yang diukur adalah kadar air, daya leleh dan kemuluran. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tapioka pada pembuatan keju Mozzarella modifikasi memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada kadar air dan daya leleh. Perlakuan P1, P2, P3, P4 dan P5 masing – masing memberikan rata-rata kadar air sebesar 52,85 %, 51,65 %, 49,31 %, 47,42 % dan 46,42 %. Rataan daya leleh sebesar 5,45 mm, 4,88 mm, 4,01 mm, 3,85 mm dan 3,50 mm. Namun penambahan tepung tapioka tidak memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P > 0,05$) terhadap kemuluran. Rataan kemuluran sebesar 0,88 1/N, 0,74 1/N, 0,98 1/N, 1,19 1/N dan 1,24 1/N.

Kesimpulan hasil penelitian ini adalah perlakuan tanpa penambahan tepung tapioka menghasilkan keju Mozzarella modifikasi dengan mutu yang tinggi dan disarankan untuk melakukan penelitian kembali tentang pembuatan keju Mozzarella modifikasi yang bermutu tinggi dengan menggunakan selain tepung tapioka, misalnya tepung garut atau tepung tapioka modifikasi.

DAFTAR ISI

	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	ii
<i>ABSTRACT</i>	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. Hipotesis	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Keju	6
2.2. Keju Mozzarella	7
2.3. Keju Mozzarella Modifikasi	8
2.4. Tepung Tapioka	10
2.5. Gelatinisasi Pati	12
2.6. Kualitas Keju Mozzarella Modifikasi	15
2.6.1. Kadar Air	15
2.6.2. Daya Leleh	17
2.6.3. Kemuluran	19
BAB III. METODE PENELITIAN	21
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.2. Materi Penelitian	21



3.3. Metode Penelitian	22
3.3.1. Rancangan Percobaan	22
3.3.2. Prosedur Pembuatan Keju Mozzarella Modifikasi	23
3.4. Variabel Penelitian	23
3.5. Analisis Data	24
3.6. Batasan Istilah	24
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Pengaruh Penambahan Tepung Tapioka Terhadap Kadar Air Keju Mozzarella Modifikasi	25
4.2. Pengaruh Penambahan Tepung Tapioka Terhadap Daya Leleh Keju Mozzarella Modifikasi.....	27
4.3. Pengaruh Penambahan Tepung Tapioka Terhadap Daya Leleh Keju Mozzarella Modifikasi.....	30
4.4. Perlakuan Terbaik Keju Mozzarella Modifikasi	32
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia keju Mozzarella	8
2. Komposisi keju Mozzarella dengan kadar air rendah (<i>Low Moisture Mozzarella</i>) dan keju Mozzarella modifikasi	9
3. Karakteristik Amilosa dan Amilopektin	12
4. Komposisi zat gizi tepung tapioka per 100 gram bahan	12
5. Formula keju Mozzarella modifikasi	23
6. Rata - rata kadar air keju Mozzarella modifikasi pada setiap perlakuan	25
7. Rata - rata daya leleh keju Mozzarella modifikasi pada setiap perlakuan	28
8. Rata rata kemuluran keju Mozzarella modifikasi pada setiap perlakuan	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

1. Klasifikasi keju berdasarkan tekstur dan cara pematangan 7
2. Struktur amilosa dan amilopektin 11
3. Granula pati tepung tapioka 12
4. Skema sifat granula pati selama proses gelatinisasi pati 13
5. Bagan perilaku granula pati saat pengembangan 14



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram alir proses pembuatan <i>curd</i> sebagai bahan keju menurut Shakeel-Ur-Rehman <i>et al.</i> (2003) yang telah dimodifikasi.....	37
2. Diagram alir proses pembuatan keju Mozzarella modifikasi menurut Mounsey <i>and</i> Riordan (2005) yang telah dimodifikasi	38
3. Prosedur pengujian kadar air keju Mozzarella modifikasi.....	39
4. Prosedur pengujian daya leleh keju Mozzarella modifikasi	40
5. Prosedur pengujian kemuluran keju Mozzarella modifikasi	41
6. Data hasil pengujian dan analisis kadar air keju Mozzarella modifikasi	42
7. Data hasil pengujian dan analisis daya leleh keju Mozzarella modifikasi...	44
8. Data hasil pengujian dan analisis kemuluran keju Mozzarella modifikasi .	46
9. Pemilihan perlakuan terbaik keju Mozzarella modifikasi	48



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembagian keju alami (*natural cheese*) ada dua kelas yaitu keju segar (tanpa pematangan) dan keju dengan pematangan. Keju dengan pematangan yaitu Cheddar, Gouda, dan Camembert. Sedangkan keju tanpa pematangan yaitu Ricotta, Bronccis, Cottage dan Mozzarella. Masing-masing mempunyai kandungan gizi, aroma, cita rasa dan tekstur yang berbeda-beda (Kosikowski, 1994). Keju Mozzarella merupakan keju Pasta Filata atau keju yang dimulurkan berasal dari Italia. Keju Mozzarella merupakan keju yang dilakukan penekanan dan pemuluran terhadap *curd* yang masih segar dalam air panas, sehingga dihasilkan keju yang memiliki karakteristik struktur berserabut, memiliki sifat meleleh dan mulur yang baik (Fox, 1993). Keju Mozzarella memiliki komposisi kimia kadar air 49,80 %, protein 25,10 gram, lemak 21 gram, kolesterol 0,1 gram dan energi yang terkandung 409.000 Kalori (Fox, Guinee, Cogan and McSweeney, 2000).

Sekitar 70 % keju Mozzarella yang diproduksi di Amerika Serikat digunakan untuk pabrik pembuatan pizza dan permintaan keju Mozzarella menjadi meningkat (Shakeel Ur-Rehman, Farkye and Yim, 2003). Keju Mozzarella dapat digunakan sebagai keju pelapis (*cheese topping*) untuk Pizza Pie dan potongan keju (*slice*) dalam burger daging sapi (*beef burgers*) (Fox et al., 2000). Keju Mozzarella modifikasi merupakan keju Mozzarella yang mengalami perubahan komposisi untuk memperbaiki atau menambah zat gizi, tekstur dan harga yang lebih murah (Kiely, McConnel and Kindstedt, 1991).



Upaya untuk meningkatkan mutu keju Mozzarella terus dikembangkan untuk mendapatkan keju Mozzarella yang bermutu tinggi dan disukai konsumen, selain itu juga memberi keuntungan yang besar bagi produsen. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan cara penambahan bahan pengisi (*filler*) yang akan menghasilkan keju Mozzarella modifikasi bermutu tinggi. Soeparno (1992) menyatakan bahwa bahan pengisi mampu mengikat sejumlah air tetapi mempunyai pengaruh yang kecil terhadap emulsi.

Secara umum produk susu memerlukan cita rasa yang khas. Pati yang digunakan pada produk susu biasanya tidak berbau dan tidak berasa. Jenis pati yang cocok supaya tidak menimbulkan bau yang menyimpang adalah pati tapioka. Pati tapioka yang belum termodifikasi mempunyai interaksi antar molekul yang lemah dan cepat tergelatinisasi, menghasilkan pasta dengan viskositas tinggi dan membentuk pasta yang jernih (Estiasih, 2006). Tepung tapioka banyak digunakan sebagai bahan pengisi dalam pengolahan pangan karena tepung tapioka mempunyai kemampuan menyerap air. Tepung tapioka dalam suhu panas akan membentuk gel sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki tekstur produk olahan pangan (McWilliams, 1997 dalam Widyastuti, Sawitri, Padaga, Ardhana dan Manab, 2000).

Tepung tapioka terbuat dari singkong atau ubi kayu, yaitu jenis tumbuh-tumbuhan penghasil pati dengan kandungan amilopektin tinggi dan kandungan amilosa rendah. Kandungan amilopektin yang tinggi tersebut menyebabkan tepung tapioka sangat disukai oleh para ahli pengolahan pangan karena memiliki sifat sangat jernih, mudah menggumpal, memiliki daya pengikat yang tinggi, tidak



mudah pecah atau rusak dan suhu gelatinisasi rendah (Cokroadikusumo, 1986). Kandungan amilosa dan amilopektin pada tepung tapioka sekitar 17 % dan 83 % (Estiasih, 2006).

Penambahan tepung tapioka pada pembuatan keju Mozzarella modifikasi bertujuan agar diperoleh keju Mozzarella modifikasi yang bermutu tinggi terutama tekstur yang dihasilkan, selain itu tepung tapioka mudah didapatkan dan harganya murah. Karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan tepung tapioka dalam meningkatkan mutu keju Mozzarella modifikasi berdasarkan kadar air, daya leleh (*meltability*), dan kemuluran (*stretchability*).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah penambahan tepung tapioka pada pembuatan keju Mozzarella modifikasi memiliki perbedaan pengaruh yang nyata terhadap mutu yang dihasilkan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi tepung tapioka yang paling baik pada pembuatan keju Mozzarella modifikasi ditinjau dari kadar air, daya leleh dan kemuluran.

1.4. Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan informasi bagi produsen atau masyarakat umum untuk membuat keju Mozzarella modifikasi dengan tepung tapioka dan bagi mahasiswa untuk mengembangkan ilmunya.



1.5. Kerangka Pikir

Keju Mozzarella modifikasi merupakan keju Mozzarella yang mengalami perubahan komposisi untuk memperbaiki atau menambah zat gizi, tekstur dan harga yang lebih murah. Upaya meningkatkan mutu keju Mozzarella terus dikembangkan untuk mendapatkan keju Mozzarella yang bermutu tinggi dan disukai konsumen, selain itu juga memberi keuntungan yang besar bagi produsen. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan cara penambahan bahan pengisi (*filler*) yang akan menghasilkan keju Mozzarella modifikasi yang bermutu tinggi.

Secara umum produk susu memerlukan cita rasa yang khas. Pati yang digunakan pada produk susu biasanya tidak berbau dan tidak berasa. Jenis pati yang cocok supaya tidak menimbulkan bau yang menyimpang adalah pati tapioka. Pati tapioka yang belum termodifikasi mempunyai interaksi antar molekul yang lemah dan cepat tergelatinisasi, menghasilkan pasta dengan viskositas tinggi dan membentuk pasta yang jernih sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki tekstur produk olahan pangan. Kandungan amilosa dan amilopektin pada tepung tapioka sekitar 17 % dan 83 % (Estiasih, 2006). Selain itu tepung tapioka memiliki harga yang murah dan mudah diperoleh di pasaran.

Tepung tapioka banyak digunakan sebagai bahan pengisi dalam pengolahan pangan karena tepung tapioka mempunyai kemampuan menyerap air. Tepung tapioka dalam suhu panas akan membentuk gel sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki tekstur produk olahan pangan (McWilliams, 1997 dalam Widyastuti, Sawitri, Padaga, Ardhana dan Manab, 2000).

Alternatif yang bisa dilakukan agar diperoleh keju Mozzarella modifikasi bermutu tinggi terutama tekstur yang dihasilkan dan memiliki harga yang lebih murah yaitu menggunakan tepung tapioka.

1.6. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah penambahan tepung tapioka dalam pembuatan keju Mozzarella modifikasi akan memberikan perbedaan pengaruh terhadap mutu keju Mozzarella modifikasi berdasarkan kadar air, daya leleh dan kemuluran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Keju

Keju merupakan makanan yang dibuat dari dadih susu yang dipisahkan dengan menggumpalkan kasein dari susu. Penggumpalan terjadi karena enzim renin atau dengan meningkatnya keasaman susu melalui fermentasi asam laktat atau dengan kombinasi kedua teknik (Buckle, Edward, Fleet and Wootton, 1987).

Koagulasi kasein dalam pembuatan keju dapat disebabkan oleh 2 hal, yaitu karena terjadinya perubahan keasaman dan karena proses proteolisis.

Perubahan asam pada susu oleh aktivitas mikroorganisme menyebabkan kasein terpresipitasi, yaitu terjadinya pemecahan garam kalsium dan fosfat yang bergabung dengan protein. Bertambahnya ion H^+ akan memecah $Ca - fosfat$ dari ikatan senyawa kompleks $Ca - kaseinat - fosfat - kompleks$ sehingga $Ca - kaseinat$ tidak stabil. Terbentuknya ion Ca^{2+} akan membantu proses pengendapan senyawa kompleks tersebut. Pada pH 4,6 – 4,7 kasein secara keseluruhan terlepas dari semua garam organik. Tahap kedua pengendapan kasein dijalankan oleh enzim renin. Pengendapan ini berjalan dua tingkat, yaitu 1) proses enzimatik, dimana $k - kasein$ larut, 2) koagulasi oleh Ca^{2+} , kecepatan koagulasinya makin besar. Dapat terjadi baik pada suhu $15^{\circ}C$ sampai $65^{\circ}C$, dan kecepatan koagulasi maksimum terjadi pada suhu $40^{\circ}C - 42^{\circ}C$ (Adnan, 1984 ; Eckles, Combs and Macy, 1980 dalam Manab, Purnomo, Sawitri dan Purwadi, 1999).

Berdasarkan kadar airnya keju dapat diklasifikasikan menjadi keju keras dengan kadar air $< 42\%$, keju semi keras / semi lunak dengan kadar air $>$



43 % - 55 % dan keju lunak dengan kadar air > 55 % (Fox *et al.*, 2000). Selanjutnya Eckles *et al.* (1980), menyatakan bahwa pengklasifikasian keju dapat dilakukan dengan dua cara yaitu didasarkan pada tekstur dan cara pematangannya seperti pada Gambar 1.

2.2. Keju Mozzarella

Keju Mozzarella merupakan keju khas Italia yang sering digunakan sebagai lapisan atas pada pizza. Ciri-ciri keju Mozzarella di antaranya ialah elastis, berserabut dan lunak. Keju Mozzarella merupakan keju yang dikonsumsi dalam keadaan segar. Keju Mozzarella termasuk kelompok keju Pasta Filata, yaitu keju yang dipanaskan dan dilenturkan pada proses pembuatannya. Pemanasan dan pelenturan dilakukan pada suhu 70 – 85 ° C tetapi kadang-kadang hanya 67 ° C. Proses selanjutnya adalah penekanan (*working*) hingga lunak, lentur dan bebas dari gumpalan (Purwadi, 2006).



Gambar 1. Klasifikasi keju berdasarkan tekstur dan cara pematangan (Eckles *et al.*, 1980).

Komposisi kimia keju Mozzarella dapat dilihat pada Tabel 1, sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi kimia keju Mozzarella per 100 gram bahan

Komposisi	Jumlah
Kadar air (%)	49,8
Protein (g)	25,1
Lemak (g)	21,0
Karbohidrat (g)	-
Kolesterol (g)	0,1
Energi (kalori)	409000
Na (g)	0,61
K (g)	0,075
Ca (g)	0,59
Mg (g)	0,037
P (g)	0,610
Fe (g)	0,0003
Zn (g)	0,0023
Retinol (µg)	240
Karoten (µg)	170
Vitamin D (g)	0,00016
Vitamin E (g)	0,00033
Thiamin (g)	0,00003
Riboflavin (g)	0,00031
Vitamin B6 (g)	0,00009

Sumber : Fox *et al.* (2000)

2.3. Keju Mozzarella modifikasi

Pembuatan keju Mozzarella modifikasi bertujuan untuk meningkatkan kandungan zat gizi, tekstur dan menekan harga keju menjadi lebih ekonomis. Keju Mozzarella modifikasi dapat dibuat dari bahan baku susu tanpa lemak dan susu dengan lemak atau penambahan kembali kasein dan minyak nabati. Keju Mozzarella modifikasi dapat dibuat dengan modifikasi tepung atau isolat kedelai dan gelatin sebagai pengikat kasein. Keju Mozzarella modifikasi dengan menggunakan isolat kedelai memiliki bentuk dan struktur tertutup terutama pada



keju Mozzarella dengan kadar air rendah (*Low Moisture Part Skim Mozzarella*).

Keju Mozzarella alami atau yang dimodifikasi biasanya dikonsumsi dalam keadaan segar dan dalam keadaan ini memiliki sifat organoleptik yang baik (Kiely *et al.*, 1991).

Keju modifikasi dapat dibuat dengan 41,60 % air, 26,30 % *rennet casein*, 27,90 % lemak nabati, 1,16 % *Trisodium sitrat*, 0,66 % asam sitrat, 0,52 % *Disodium phosphate* dan 0,11 % asam sorbat. Seluruh bahan kecuali asam sitrat dicampur dalam alat pemasak pada suhu 35 °C dan dipanaskan hingga 78 °C secara langsung dengan uap air (*direct steam*). Asam sitrat kemudian ditambahkan dan setelah 5 menit pencampuran, dikemas, didinginkan pada 4 °C dan disimpan dalam keadaan vakum selama 24 jam (Mounsey and O’Riordan, 2005). Menurut Fox *et al.* (2000), komposisi keju Mozzarella dengan kadar air rendah (*Low Moisture Mozzarella*) dan keju Mozzarella modifikasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi keju Mozzarella dengan kadar air rendah (*Low Moisture Mozzarella*) dan keju Mozzarella modifikasi per 100 gram bahan

Komposisi	<i>Low Moisture Mozzarella</i>	Keju Mozzarella modifikasi
Kadar air (g)	46,4	48,8
Protein (g)	26,0	18,5
Lemak (g)	23,2	25,0
Lemak kering/ <i>fat in dry matter</i>	44,6	49
Garam/ <i>salt in moisture</i> (g)	3,1	3,5
Abu (g)	3,9	4,2
Ca (g)	0,0275	0,0344
pH	5,5	6,1

Sumber : Fox *et al.* (2000)



Keju Mozzarella modifikasi dapat diaplikasikan terutama sebagai keju pelapis untuk Pizza Pie dan potongan keju dalam burger daging sapi (Fox *et al*, 2000).

2.4. Tepung Tapioka

Tepung tapioka diperoleh dari granula-granula pati yang terdapat dalam sel umbi ketela pohon (*Manihot utilissima*) (Purnomo, 1997). Secara umum produk susu memerlukan cita rasa yang khas. Pati yang digunakan pada produk susu biasanya tidak berbau dan tidak berasa. Jenis pati yang cocok supaya tidak menimbulkan bau yang menyimpang adalah pati tapioka. Pati tapioka yang belum termodifikasi mempunyai interaksi antar molekul yang lemah dan cepat tergelatinisasi, menghasilkan pasta dengan viskositas tinggi dan membentuk pasta yang jernih (Estiasih, 2006).

Tepung tapioka banyak digunakan sebagai bahan pengisi dalam pengolahan pangan karena tepung tapioka mempunyai kemampuan menyerap air.

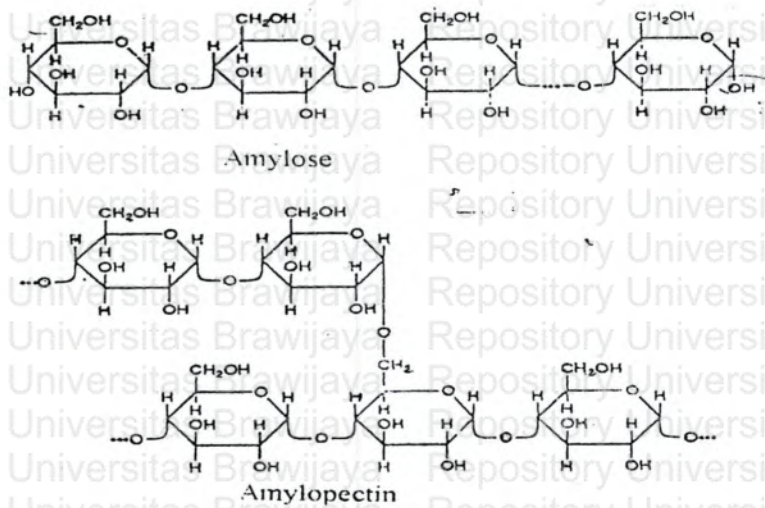
Tepung tapioka dalam suhu panas akan membentuk gel sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki tekstur produk olahan pangan (McWilliams, 1997 dalam Widyastuti, dkk., 2000).

Tepung tapioka mengandung amilosa sekitar 17 % dan amilopektin 83 % (Estiasih, 2006). Amilosa memiliki ikatan 1-4 berbentuk *linier/heliks* sedangkan amilopektin berikatan 1-4 dan 1-6 bercabang-cabang (Hartomo dan Widiatmoko, 1993). Molekul amilosa terdiri dari 70 sampai 350 unit glukosa yang berikatan membentuk rantai lurus dan molekul amilopektin terdiri dari lebih 100.000 unit glukosa membentuk ikatan bercabang-cabang (Gaman *and* Sherrington, 1981). Bagian dalam struktur heliks amilosa mengandung hidrogen



sehingga bersifat hidrofobik yang memungkinkan amilosa membentuk kompleks dengan asam lemak bebas, komponen asam lemak dari gliserida dan sejumlah alkohol. Pembentukan kompleks amilosa dengan lemak atau pengemulsi seperti mono dan digliserida dapat mengubah suhu gelatinisasi, tekstur dan profil viskositas dari pasta pati. Sedangkan sifat amilopektin berbeda dengan amilosa karena mempunyai banyak percabangan, seperti retrogradasi lambat dan pasta yang terbentuk sedikit dapat membentuk gel tetapi bersifat lengket (*cohesive*) dan elastis (*gummy texture*) (Estiasih, 2006).

Estiasih (2006), karakteristik penting amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Tabel 3. Menurut Coultate (1996), struktur amilosa dan amilopektin seperti pada Gambar 2. Komposisi zat gizi tepung tapioka menurut Grace (1977) dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 2. Struktur amilosa dan amilopektin (Coultate, 1996)



Tabel 3. Karakteristik amilosa dan amilopektin

Karakteristik	amilosa	amilopektin
Bentuk	Pada dasarnya linier	Bercabang
Ikatan	α 1,4	α 1,4 dan β 1,6
Berat molekul	< 5 juta	50 – 300 juta
Sifat pelepasan	Kuat	Lemah
Pembentukan gel	Kuat	Tidak membentuk gel sampai lunak
Warna dengan iodine	Biru	Coklat kemerahan

Sumber : Estiasih (2006)

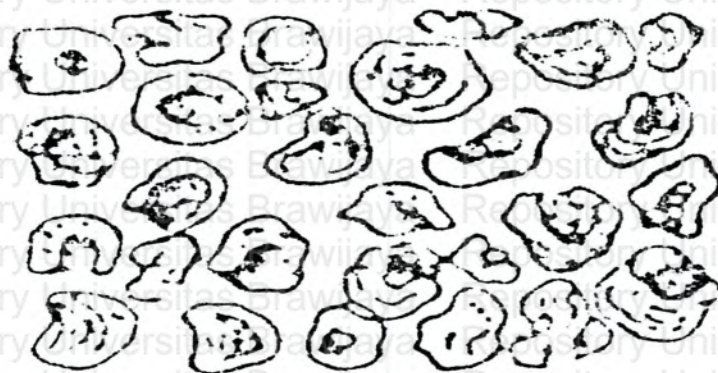
Tabel 4. Komposisi zat gizi tepung tapioka per 100 gram bahan

Zat gizi	Kandungan
Kalori (kal)	362
Protein (g)	0,50
Lemak (g)	0,30
Karbohidrat (g)	86,90
Air (g)	12,00

Sumber : Grace (1977)

2.5. Gelatinisasi Pati

Amilosa dan amilopektin di alam berada tidak dalam bentuk bebas tetapi merupakan komponen yang bersifat kristalin yang disebut granula pati (Estiasih, 2006). Granula pati tepung tapioka seperti pada Gambar 3 (Winarno, 1997).



Gambar 3. Granula pati tepung tapioka (Winarno, 1997)

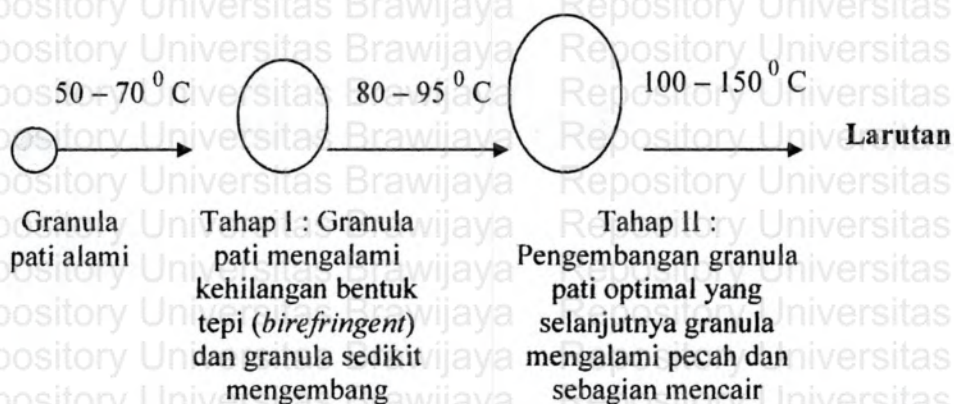


Gelatinisasi pati adalah rusaknya keteraturan molekul dalam granula pati yang ditunjukkan oleh perubahan sifat yang irreversibel seperti pengembangan granula, pelelehan kristal, kehilangan sifat *birefringent* dan pelarutan pati. Suhu dimana pati mengalami perubahan tersebut disebut suhu gelatinisasi (Estiasih, 2006). Suhu gelatinisasi tepung tapioka sekitar 52°C sampai dengan 64°C (Winarno, 1997).

Selanjutnya Van den berg (1981) dalam Purnomo (1997) menyatakan bahwa pada proses gelatinisasi pati terjadi tahapan – tahapan seperti pada

Gambar 4. Tahapan proses gelatinisasi pati sebagai berikut :

1. Pada tahap pertama granula pati akan sedikit mengembang dan ini terjadi pada saat suhu mencapai $50 - 70^{\circ}\text{C}$.
2. Pengembangan granula akan berlanjut bila suhu dinaikkan terus dan akan mencapai maksimum pada saat suhu mencapai $80 - 95^{\circ}\text{C}$.
3. Pada tahap kedua yaitu setelah pengembangan secara optimum dan suhu dinaikkan terus, maka granula pati tersebut akan ” mencair ” bila suhu telah mencapai $100 - 150^{\circ}\text{C}$.



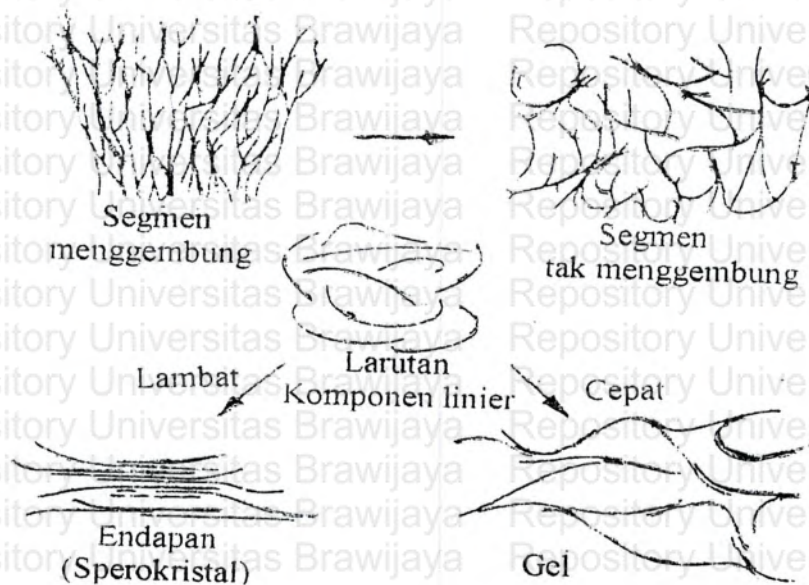
Gambar 4. Skema sifat granula pati selama proses gelatinisasi



Apabila pati dimasukkan ke dalam air dingin maka granulanya akan membengkak dan menyerap air, namun jumlah air yang terserap dan pembengkakannya terbatas. Air yang terserap hanya 30 % (Winarno, 1997).

Struktur kimia dari amilosa dan amilopektin memberikan karakteristik khusus yang berkaitan dengan viskositas pati yang penting dalam pengolahan pangan.

Amilosa memiliki efek yang lebih kuat terhadap gelatinisasi pati, sedangkan gelatinisasi pati dapat menyebabkan mengembangnya granula pati dan mengentalnya pasta seiring dengan peningkatan suhu (Whitt, Larissa, Wilson, Maud, Brandon *and* Edward, 2002). Menurut Deman (1997), perilaku granula pati saat mengalami pengembangan seperti pada Gambar 5.



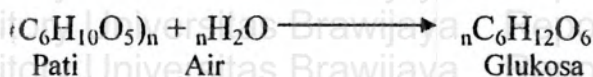
Gambar 5. Bagan perilaku granula pati saat pengembangan (Deman, 1997)

Kadar pati dan protein yang tinggi pada tepung akan menghasilkan gel yang padat selama proses gelatinisasi. Hal ini karena pati akan berikatan dengan pati lainnya ataupun dengan protein. Proses gelatinisasi pati dipengaruhi oleh



kemampuan menyerap air. Pati yang mempunyai kemampuan mengikat air yang tinggi akan lebih cepat mengalami gelatinisasi dan menghasilkan gel yang baik (Whistler *and* Paschall, 1994).

Lapisan luar dari granula pati memiliki molekul tertutup yang mengembang pada air dingin jika dipanaskan akan rusak dan menjadi molekul-molekul yang kecil dengan menghasilkan glukosa sebagai produk akhir.



Tahapan reaksi yang terjadi yaitu molekul pati yang besar akan rusak menjadi rantai yang lebih pendek yaitu *dextrin*. *Dextrin* berubah menjadi maltosa (yang terdiri dari 2 unit glukosa) dan proses terakhir maltosa akan terurai menjadi glukosa (Gaman *and* Sherrington, 1981).

2.6. Kualitas Keju Mozzarella Modifikasi

2.6.1. Kadar Air

Kadar air adalah air yang terkandung dalam 100 gram bahan dalam keadaan basah atau kering (Buckle *et al.*, 1987). Kadar air bahan pangan sangat mempengaruhi laju reaksi enzimatik. Pada kadar air bebas yang rendah terjadi halangan sehingga difusi enzim atau substrat terhambat (Winarno, 1995).

Bentuk air dapat ditemukan sebagai air bebas dan air terikat. Air bebas dapat dengan mudah hilang apabila terjadi penguapan atau pengeringan, sedangkan air terikat sulit dibebaskan dengan cara tersebut. Air dapat terikat secara fisik, yaitu ikatan menurut sistem kapiler dan air terikat secara kimia antara lain air kristal dan air yang terikat dalam sistem dispersi. Adapun peranan air yaitu



sebagai pelarut dari beberapa komponen di samping ikut sebagai bahan pereaksi (Purnomo, 1995).

Menurut derajat keterikatan air, air terikat dapat dibagi menjadi empat tipe. Tipe I, yaitu molekul air yang terikat pada molekul-molekul lain melalui suatu ikatan hidrogen yang berenergi besar. Air tipe ini terikat kuat dan disebut air terikat dalam arti sebenarnya. Tipe II, yaitu molekul-molekul air membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air lain. Air tipe II terdapat dalam mikrokapiler.

Tipe III, yaitu air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan seperti membran, kapiler, serat dan lain-lain. Air tipe III sering disebut dengan air bebas.

Tipe IV, yaitu air yang tidak terikat dalam jaringan suatu bahan atau air murni (Winarno, 1997).

Selain tipe – tipe air seperti disebutkan di atas, beberapa penulis membedakan pula air imbibisi dan air kristal. Air imbibisi merupakan air yang masuk ke dalam bahan pangan dan akan menyebabkan pengembangan volume, tetapi air ini tidak merupakan komponen penyusun bahan tersebut. Misalnya air dengan beras bila dipanaskan akan membentuk nasi, atau pembentukan gel dari bahan pati. Air kristal adalah air terikat dalam semua bahan, baik pangan maupun non pangan yang berbentuk kristal, seperti gula, garam Cu SO_4 dan lain – lain (Winarno, 1997).

Keju dapat digolongkan berdasarkan jumlah air yang terkandung, yaitu keju sangat lunak (55-80 %), lunak (45-55 %), keras (34-45 %) dan sangat keras (13-34 %) (Kosikowski, 1994). Keju Mozzarella modifikasi memiliki kadar air sekitar 48,8 % (Fox *et al.*, 2000).



2.6.2. Daya leleh

Daya leleh merupakan pergerakan secara perlahan - lahan keju atau penyebaran keju ketika pemanasan (Muthukumarappan, Wang and Gunasekaran, 1999). Daya leleh dapat diuji dengan uji *Schreiber* yaitu dengan mengukur pengembangan keju yang ditempatkan dalam tabung berdiameter 18 mm dan tebal 5 mm kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 232 °C selama 5 menit. Daya leleh 1,0 yang berarti tidak ada pengembangan (*expantion*), 2,0 memiliki pengembangan 5 mm dan 3,0 yang berarti pengembangan 10 mm (Tunick, Malin, Smith, Shieh, Sullivan, Mackey and Holshinger, 1993).

UW melt meter merupakan alat yang dibuat dengan berdasarkan tekanan alir benda telah digunakan untuk mengukur daya leleh keju. Keju yang diukur yaitu dengan membuat preparat keju silindris dengan diameter 30 mm dan tinggi 8 mm. Daya leleh diukur sebagai perbedaan / selisih antara tinggi awal dengan tinggi keju yang telah dilelehkan dikalikan dua (Kuo and Gunasekaran, 2003).

Pada penelitian tentang analisis karakteristik keju modifikasi dengan perlakuan penambahan tepung maizena yang dilakukan Mounsey and O'Riordan (2005), menunjukkan bahwa daya leleh keju modifikasi menurun dan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) seiring dengan penambahan tepung maizena dengan konsentrasi 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, 7 % dan 9 %. Hal ini menunjukkan bahwa daya leleh keju modifikasi dapat mengalami perubahan karena penambahan dari proses gelatinisasi tepung maizena.

Menurut Shakeel-Ur-Rehman *et al.* (2003), keju pizza yang dibuat dengan pengasaman secara langsung menghasilkan daya leleh yang lebih tinggi setelah disimpan selama 21 hari dibandingkan dengan keju pizza yang dibuat



memakai kultur starter bakteri sebagai pengasam. Pendapat yang sama juga dilaporkan oleh Upadhyay (1986) dalam Shakeel-Ur-Rehman *et al.* (2003), bahwa keju Mozzarella yang dibuat dari susu kerbau dengan pengasaman langsung menghasilkan daya leleh yang tertinggi dibandingkan menggunakan kultur starter bakteri.

Daya leleh keju Mozzarella Pasta Filata pada suhu penyimpanan meningkat selama disimpan 3 minggu yaitu pada hari ke-7 menjadi 1,39, hari ke-14 menjadi 1,45 dan hari ke-21 menjadi 1,72 (Kuo *and* Gunasekaran, 2003). Keju Mozzarella tidak memerlukan pematangan yang lama. Penyimpanan selama 2 sampai 3 minggu pada refrigerator (suhu dingin) menyebabkan penurunan elastisitas dan kenaikan daya leleh (Hicsasmaz, Shippelt *and* Rizvi, 2004). Selanjutnya penelitian Tunick *et al.* (1993), menunjukkan bahwa daya leleh keju Mozzarella dengan rendah lemak yang disimpan setelah 1 minggu memiliki nilai terendah sebesar 0,9 dan daya leleh keju Mozzarella dengan lemak tinggi setelah disimpan 6 minggu memiliki nilai tertinggi sebesar 3,2.

Mudah melelehnya keju pada saat untuk pembuatan roti diduga karena kadar lemak keju Gouda yang terlalu tinggi dan kadar asam lemak berikatan ganda atau asam lemak tidak jenuh tinggi (Manab dkk., 1999). Kadar lemak yang rendah dari keju Mozzarella dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan menurunkan daya leleh (Tunick *et al.*, 1993).

Proteolisis memiliki hubungan dengan perubahan daya leleh keju Mozzarella. Kerusakan protein dalam keju Mozzarella sebagai akibat dari rusaknya α_{s1} - kasein dan β - kasein. Selain itu pengurangan sifat perlekatan (*cohesive*) dan pelunakan (*softened*) dapat meningkatkan daya leleh (Kuo *and*



Gunasekaran, 2003). Proteolisis selama pematangan memberikan pengaruh terhadap kelunakan keju. Keju rendah lemak mengalami proteolisis yang lebih tinggi dibandingkan keju dengan lemak penuh setelah mengalami pematangan (Kuo, Wang and Gunasekaran, 2000).

2.6.3. Kemuluran

Hasil penelitian tentang pengaruh penyimpanan beku terhadap mutu fisik keju Mozzarella non Pasta Filata dan Pasta Filata yang dilakukan Kuo and Gunasekaran (2003), menunjukkan bahwa kemuluran keju Mozzarella Pasta Filata mengalami peningkatan selama pelembutan (*tempering*), tetapi kemuluran keju Mozzarella non Pasta Filata mengalami penurunan selama pematangan dan pelembutan.

Salah satu karakteristik terpenting keju Mozzarella yang digunakan sebagai lapisan pizza (*pizza topping*) adalah kemampuan keju untuk mulur ketika dilelehkan yang menunjukkan kapasitas kekuatan mengikat untaian fibril keju. Metode yang digunakan pada pabrik keju dan industri pizza untuk menguji kemuluran yaitu dengan *fork test*, yaitu keju dipanggang di atas pizza dan kemudian diuji sejauh mana keju itu mulur dengan baik (Fife, McMahon and Oberg, 2002).

Kemuluran keju Mozzarella dapat diukur menggunakan alat pengukur tekstur (*Instron model 1130, Instron Corp. Canton, MA*) dengan kapasitas gaya 100 N. Sampel keju dibentuk seperti balok dengan ukuran 38 mm x 20 mm x 6 mm kemudian ditempatkan pada alat tersebut dan dipanaskan pada suhu 55 °C selanjutnya ditarik secara *horizontal* dengan alat tersebut secara otomatis. Kecepatan diatur pada 21,2 mm/detik. Kekuatan yang digunakan untuk menarik



keju itulah yang dicatat sebagai data, kebalikan dari data kekuatan maksimum yang dihasilkan digunakan sebagai indikator kemuluran sampel keju. Makin tinggi angka yang diperoleh semakin baik pula kemuluran yang dihasilkan Kuo *and* Gunasekaran, 2003).

Kemuluran keju Mozzarella Pasta Filata pada suhu penyimpanan 7 °C meningkat selama 3 minggu penyimpanan, yaitu pada hari ke-7 menjadi 0,83 1/N, hari ke-14 menjadi 1,20 1/N dan hari ke-21 menjadi 1,25 1/N. Sedangkan kemuluran keju Mozzarella non Pasta Filata pada hari ke-7 menjadi 0,76 1/N, hari ke-14 menjadi 0,93 1/N dan hari ke-21 menjadi 1,03 1/N (Kuo *and* Gunasekaran, 2003).

Keju Mozzarella yang dibuat menggunakan strain *L. delbrueckii sp. bulgaricus* sebagai pengasam memiliki daya leleh yang tinggi tetapi kemuluran yang dihasilkan berkurang. Sedangkan keju Mozzarella yang dibuat dengan pengasaman langsung memiliki daya leleh yang rendah dan kemuluran keju berkurang seiring dengan lama penyimpanan yang disebabkan oleh aktivitas proteolitik dari protease (Oberg, Wang, Moyes, Brown *and* Richardson, 1991).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan data pada penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 4 sampai 28 September 2006 dan dilaksanakan di 4 tempat, yaitu :

1. Laboratorium Rekayasa dan Pengolahan Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang untuk membuat keju Mozzarella modifikasi.
2. Laboratorium Fisiko Kimia Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang untuk uji kadar air keju Mozzarella modifikasi.
3. Laboratorium Sentral Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Brawijaya Malang untuk uji daya leleh.
4. Laboratorium Rekayasa Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta untuk uji kemuluran.

3.2. Materi Penelitian

Bahan dan alat-alat yang digunakan dalam penelitian pembuatan keju Mozzarella modifikasi dengan penambahan tepung tapioka adalah :

1. Bahan – bahan yang digunakan antara lain susu segar, asam sitrat, enzim renin tepung tapioka, garam, minyak goreng merek Filma, trisodium sitrat dan disodium fosfat. Susu segar diperoleh dengan cara membeli dari Koperasi Unit Desa (KUD) Dau Malang, asam sitrat merek Gajah dan garam dapur merek Kapal diperoleh dari pasar Dinoyo Malang, minyak goreng merek Filma dan tepung tapioka merek Dua Angsa diperoleh dari toko swalayan Mitra II Malang, enzim renin diperoleh dari Laboratorium Teknologi Hasil

Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang (Bpk. Purwadi), trisodium sitrat dan disodium fosfat di peroleh dari toko peralatan dan bahan kimia PT. Panadia Malang.

2. Peralatan yang digunakan antara lain :

- Peralatan pembuatan keju Mozzarella modifikasi, yaitu kompor gas, panci (panci besar, panci sedang dan panci kecil), bak pengolah keju, sendok, pengaduk, pisau, wadah plastik, termometer, pipet tetes, gelas ukur, timbangan analitik, *beaker glass*, telenan, wajan dan *stop watch*.
- Peralatan analisis kadar air, yaitu oven, eksikator, timbangan analitik, botol timbang dan penjepit.
- Peralatan analisis daya leleh, yaitu gelas ukur 25 ml, timbangan analitik, jangka sorong, plat aluminium dan tanur dengan suhu 232 °C.
- Peralatan analisis kemuluran, yaitu *heater*, plat aluminium, termometer, cetakan huruf **I** dan *Universal Testing Instrument* merk LLOYD dan pisau.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan diulang 4 kali. Percobaan dilakukan dengan penambahan tepung tapioka yang terdiri dari 5 perlakuan yaitu :

- P1 : Tanpa penambahan tepung tapioka 0 %.
- P2 : Penambahan tepung tapioka 2,5 % dari bobot *curd*.
- P3 : Penambahan tepung tapioka 5 % dari bobot *curd*.
- P4 : Penambahan tepung tapioka 7,5 % dari bobot *curd*.
- P5 : Penambahan tepung tapioka 10 % dari bobot *curd*.



Variabel yang diukur adalah kadar air, daya leleh dan kemuluran. Dalam penelitian ini dibutuhkan susu sebanyak 50 liter (51.400 gram), asam sitrat 0,1 % (51,4 gram) dan renin 0,025 % (12,5 ml) dan dihasilkan 7.665,6 gram *curd*.

Formula keju Mozzarella modifikasi seperti pada Tabel 5. Persentase formula keju Mozzarella modifikasi di hitung dari bobot *curd*.

Tabel 5. Formula keju Mozzarella modifikasi

Bahan	P1 (0 %)	P2 (2,5 %)	P3 (5 %)	P4 (7,5 %)	P5 (10 %)
<i>Curd</i> (g)	383,3	383,3	383,3	383,3	383,3
Tepung tapioka (g)	-	9,5	19,164	28,746	38,33
Air 10 % (ml)	38,33	38,33	38,33	38,33	38,33
Garam dapur 0,5 % (g)	0,958	0,958	0,958	0,958	0,958
Garam emulsi :					
Trisodium sitrat 1,16 % (g)	4,446	4,446	4,446	4,446	4,446
Disodium fosfat 0,52 % (g)	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993
Minyak nabati 5 % (ml)	19,165	19,165	19,165	19,165	19,165
Jumlah	438,192	447,692	457,164	466,938	476,522

Sumber : Mounsey *and* Riordan (2005) yang dimodifikasi.

3.3.2. Prosedur pembuatan keju Mozzarella modifikasi

Diagram alir proses pembuatan *curd* sebagai bahan keju dalam penelitian ini seperti pada Lampiran 1 dan diagram alir proses pembuatan keju Mozzarella Modifikasi seperti pada Lampiran 2.

3.4. Variabel Penelitian

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar air, daya leleh dan kemuluran. Pengujian mutu sampel keju Mozzarella modifikasi sebagai berikut :

1. Pengujian kadar air keju Mozzarella modifikasi menurut AOAC (1990) seperti pada Lampiran 3.



2. Pengujian daya leleh keju Mozzarella modifikasi menurut Tunick *et al.* (1993) seperti pada Lampiran 4.

3. Pengujian kemuluran keju Mozzarella modifikasi menurut Kuo *and* Gunasekaran (2003) seperti pada Lampiran 5.

3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam dan bila terdapat perbedaan pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) (Yitnosumarto, 1993).

3.6. Batasan Istilah

Keju Mozzarella : Keju khas Italia yang digunakan sebagai lapisan atas pizza, dipanaskan dan dilenturkan pada proses pembuatannya, memiliki ciri-ciri lentur, berserabut, lunak dan dikonsumsi dalam keadaan segar.

Keju Mozzarella modifikasi : Keju Mozzarella yang mengalami perubahan komposisi untuk memperbaiki atau menambah zat gizi, tekstur dan menekan harga sehingga lebih murah (Kiely *et al.*, 1991).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh penambahan tepung tapioka terhadap kadar air keju Mozzarella modifikasi

Rata - rata kadar air keju Mozzarella modifikasi berkisar antara 46,42 % sampai 52,85 %. Rata - rata kadar air keju Mozzarella modifikasi pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 6, data dan hasil analisis ragam dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 6. Rata - rata kadar air keju Mozzarella modifikasi pada setiap perlakuan

Penambahan tepung tapioka (%)	Rataan (%)
0	52,85 ^d ± 0,2951
2,5	51,65 ^{cd} ± 1,2381
5	49,31 ^b ± 0,7878
7,5	47,42 ^a ± 0,6461
10	46,42 ^a ± 0,3965

Keterangan : Superskrip (a, b, c dan d) yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung tapioka dalam pembuatan keju Mozzarella modifikasi memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air keju Mozzarella modifikasi. Hal ini menunjukkan penambahan tepung tapioka dengan konsentrasi yang berbeda menghasilkan kadar air yang jauh berbeda. Perbedaan nilai kadar air keju Mozzarella yang dihasilkan disebabkan oleh jumlah air yang terikat dan penguapan air bebas karena faktor pemanasan seiring dengan perbedaan konsentrasi tepung tapioka yang ditambahkan.



Penambahan tepung tapioka 0 % memiliki kadar air lebih besar yaitu 52,85 % dibanding perlakuan lainnya, hal ini karena keju Mozzarella modifikasi tidak mendapat penambahan tepung tapioka, sehingga air yang terikat secara kimia sedikit dan banyak mengandung air bebas. Air hanya terikat oleh komponen selain pati dan tidak ada air yang terserap oleh pati sehingga banyak air bebas yang menguap karena faktor pemanasan selama pengolahan.

Sedangkan pada penambahan tepung tapioka 10 % memiliki kadar air terendah yaitu 46,42 %, hal ini karena keju Mozzarella modifikasi pada perlakuan ini mendapat penambahan tepung tapioka dengan konsentrasi tertinggi yaitu 10 % sehingga banyak air yang terserap dan terikat secara kimia oleh pati dan membentuk gel. Banyaknya air yang terikat secara kimia pada pati mengakibatkan kadar air lebih rendah karena air yang terikat sulit menguap.

Penurunan kadar air juga disebabkan oleh semakin banyaknya penambahan tepung tapioka. Tepung tapioka yang ditambahkan merupakan bahan yang tinggi kandungan pati dan berkadar air rendah, sehingga bila ditambahkan dalam jumlah yang semakin banyak akan meningkatkan kadar bahan kering selain air dan mengakibatkan terjadi penurunan kadar air dari produk keju Mozzarella modifikasi yang dihasilkan. Menurut Widyastuti (1999), semakin tinggi kadar pati suatu bahan akan mengakibatkan penurunan kadar air produk. Hal ini disebabkan oleh adanya mekanisme interaksi pati dan protein sehingga air tidak dapat lagi terikat secara maksimum, karena ikatan hidrogen yang seharusnya mengikat air telah dipakai untuk interaksi pati dengan protein.

Apabila pati dimasukkan ke dalam air dingin maka granulanya akan membengkak dan menyerap air. Namun jumlah air yang terserap dan



pembengkakannya terbatas. Air yang terserap hanya sekitar 30 %. Pembengkakan terjadi karena energi molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari daya tarik antar molekul pati dalam granula, sehingga air diserap masuk ke dalam granula pati (Winarno, 1997).

Air yang terperangkap dalam pati dan membentuk gel menyebabkan air sulit menguap ketika mengalami pemanasan pada saat pengolahan karena terikat secara kimia sehingga dapat menurunkan kadar air. Menurut Purnomo (1995), air bebas dapat dengan mudah hilang apabila terjadi pemanasan namun air terikat sulit dibebaskan dengan cara tersebut.

Pada penelitian ini keju Mozzarella modifikasi memiliki kadar air antara 46,42 % sampai 52,85 %. Maka keju Mozzarella modifikasi yang dihasilkan termasuk golongan keju lunak sebagaimana pendapat Wilman *and* Wilman (1993), keju Mozzarella merupakan keju lunak yang proses pembuatannya tidak dimatangkan dan biasanya dikonsumsi dalam keadaan segar. Fox *et al.* (2000), menyatakan bahwa keju Mozzarella memiliki kadar air 49,80 % dan keju Mozzarella modifikasi memiliki kadar air sekitar 48,8 %.

4.2. Pengaruh penambahan tepung tapioka terhadap daya leleh keju Mozzarella modifikasi

Rata - rata daya leleh keju Mozzarella modifikasi berkisar antara 3,50 mm sampai 5,45 mm. Rata - rata daya leleh keju Mozzarella modifikasi pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 7, data dan hasil analisis ragam dapat dilihat pada Lampiran 7.



Tabel 7. Rata - rata daya leleh keju Mozzarella modifikasi pada setiap perlakuan

Penambahan tepung tapioka (%)	Rataan (mm)
0	5,45 ^e ± 0,1732
2,5	4,88 ^d ± 0,0954
5	4,01 ^c ± 0,1029
7,5	3,85 ^{bc} ± 0,1732
10	3,50 ^a ± 0,1825

Keterangan : Superskrip (a, b, c, d dan e) yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung tapioka dalam pembuatan keju Mozzarella modifikasi memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap daya leleh keju Mozzarella modifikasi. Hal ini menunjukkan penambahan tepung tapioka dengan konsentrasi yang berbeda menghasilkan daya leleh yang jauh berbeda. Perbedaan nilai daya leleh keju Mozzarella yang dihasilkan disebabkan oleh perbedaan kemampuan daya tarik - menarik ikatan pati yang berbeda seiring dengan perbedaan konsentrasi tepung tapioka yang ditambahkan.

Daya leleh keju Mozzarella modifikasi yang dihasilkan pada penelitian ini menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi tepung tapioka yang ditambahkan dan berbeda sangat nyata. Mounsey dan O'Riordan (2005) telah melaporkan tentang analisis karakteristik keju modifikasi dengan perlakuan penambahan tepung maizena yang memberikan hasil daya leleh keju modifikasi menurun dan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung maizena yang ditambahkan sebesar 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, 7 %, dan 9 %. Daya leleh keju modifikasi yang dihasilkan dipengaruhi oleh penambahan proses gelatinisasi tepung maizena.



Penambahan tepung tapioka 0 % memiliki daya leleh lebih besar yaitu 5,45 dibanding perlakuan lainnya, hal ini karena keju Mozzarella modifikasi tidak mendapat penambahan tepung tapioka, sehingga ikatan hanya terjadi selain dengan pati dan banyak mengandung kadar air yaitu sekitar 52,85 % sehingga sangat lunak. Sedangkan pada penambahan tepung tapioka 10 % memiliki daya leleh yang rendah sekitar 3,50, hal ini karena keju Mozzarella modifikasi mendapat penambahan tepung tapioka dengan konsentrasi tertinggi yaitu 10 % sehingga terjadi ikatan yang kuat antar molekul pati dengan molekul yang lain dan memiliki kadar air terendah yaitu 46,42 %.

Semakin tinggi konsentrasi tepung tapioka yang ditambahkan menyebabkan daya leleh keju Mozzarella modifikasi menjadi menurun karena air yang diikat menjadi berkurang. Pelelehan keju juga disebabkan oleh granula pati dari tepung tapioka telah pecah dan mencair pada suhu 232 °C sehingga keju Mozzarella modifikasi yang dihasilkan dapat meleleh. Menurut Van Den Berg (1981) dalam Purnomo (1997), granula pati akan pecah atau mengalami pencairan pada suhu 120 °C yaitu suhu yang lebih tinggi dari suhu gelatinisasi.

Terjadinya pelelehan keju juga disebabkan oleh kandungan lemak. Menurut Manab dkk. (1999), mudah melelehnya keju karena kadar lemak keju yang terlalu tinggi. Tunick *et al.* (1993), melaporkan bahwa kadar lemak yang rendah dari keju Mozzarella dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan menurunkan daya leleh. Menurut Kuo *and* Gunasekaran (2003), kurangnya sifat perlekatan (*cohesive*) dan pelunakan (*softened*) dapat meningkatkan daya leleh.

Pada penelitian ini keju Mozzarella modifikasi memiliki daya leleh antara 5,45 sampai 3,50. Menurut Tunick *et al.* (1993), keju Mozzarella dengan



kadar lemak rendah, daya leleh terendah ialah 0,9 dan yang tertinggi 2,7 sedangkan keju Mozzarella dengan kadar lemak tinggi, daya leleh terendah 1,6 dan tertinggi ialah 3,2.

4.3. Pengaruh penambahan tepung tapioka terhadap kemuluran keju Mozzarella Modifikasi

Rata - rata kemuluran keju Mozzarella modifikasi berkisar antara 0,74 1/N sampai 1,24 1/N. Rata - rata kemuluran keju Mozzarella modifikasi pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 8, data dan hasil analisis ragam dapat dilihat pada Lampiran 8.

Tabel 8. Rata – rata kemuluran keju Mozzarella modifikasi pada setiap perlakuan

Penambahan tepung tapioka (%)	Rataan (1/N)
0	0,88 ^a ± 0,5175
2,5	0,74 ^a ± 0,4123
5	0,98 ^a ± 0,3784
7,5	1,19 ^a ± 0,2126
10	1,24 ^a ± 1,0006

Keterangan : Superskrip (a) yang tidak berbeda menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang sangat nyata ($P>0,05$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan tepung tapioka dalam pembuatan keju Mozzarella modifikasi tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap kemuluran keju Mozzarella modifikasi.

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi tepung tapioka dengan perbedaan selisih konsentrasi yang sedikit menghasilkan kemuluran yang hampir sama yaitu kekuatan gaya yang digunakan untuk memulurkan keju hampir sama.



Namun nilai kemuluran yang dihasilkan memiliki kecenderungan naik dengan selisih yang rendah.

Penambahan tepung tapioka 2,50 % memiliki kemuluran lebih rendah yaitu 0,74 1/N dibanding perlakuan lainnya, hal ini karena jumlah amilosa dan amilopektin dalam pati tepung tapioka untuk berikatan dengan lemak atau protein hanya sedikit sehingga viskositas serta perlekatan pasta rendah dan keju lebih lunak karena memiliki kadar air lebih tinggi (51,65 %). Sedangkan penambahan tepung tapioka 10 % memiliki kemuluran tertinggi yaitu 1,24 1/N. Hal ini disebabkan oleh tepung tapioka yang ditambahkan sangat tinggi sehingga jumlah amilosa dan amilopektin dalam pati untuk berikatan dengan molekul lain semakin banyak sehingga viskositas serta perlekatan pasta tinggi dan memiliki kadar air yang lebih rendah (46,42 %), sehingga kekuatan yang digunakan untuk memulurkan keju menjadi lebih besar.

Bagian dalam struktur heliks amilosa mengandung hidrogen sehingga bersifat hidrofobik yang memungkinkan amilosa membentuk kompleks dengan asam lemak bebas, komponen asam lemak dari gliserida atau molekul lain. Pembentukan kompleks amilosa dengan lemak atau pengemulsi seperti mono dan digliserida dapat mengubah profil viskositas dari pasta pati. Sedangkan sifat amilopektin berbeda dengan amilosa karena mempunyai banyak percabangan, seperti retrogradasi lambat dan pasta yang terbentuk sedikit dapat membentuk gel tetapi bersifat lengket (*cohesive*) dan elastis (*gummy texture*) (Estiasih, 2006).

Keju Mozzarella memerlukan rantai kasein yang kompak dalam melakukan kemuluran, jika rantai kasein tidak saling berhubungan, maka tidak akan terjadi kemuluran. Untuk mengetahui apakah keju mengalami kemuluran



adalah dengan melihat molekul kasein dalam keju (yang berupa serabut) lengket pada temperatur tinggi. Karakteristik kemuluran memerlukan molekul kasein yang merekat kuat, pada waktu bersamaan ikatan yang menjaga kesatuan molekul kasein harus longgar dan dapat berubah dengan cepat (Lucey, Johnson *and* Horne, 2003).

4.4. Perlakuan terbaik keju Mozzarella modifikasi

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan pada keju Mozzarella modifikasi dengan menggunakan indeks efektifitas (Susriani, 2005). Data dan hasil perhitungan perlakuan terbaik dapat dilihat pada Lampiran 9.

Berdasarkan hasil perhitungan perlakuan terbaik didapatkan bahwa keju Mozzarella modifikasi tanpa penambahan tepung tapioka merupakan perlakuan terbaik untuk mendapatkan keju Mozzarella modifikasi yang bermutu tinggi, dengan nilai indeks efektifitas 0,70.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan tepung tapioka pada pembuatan keju Mozzarella modifikasi dapat menurunkan kadar air, daya leleh dan meningkatkan kemuluran.
2. Pengaruh penambahan tepung tapioka dalam pembuatan keju Mozzarella modifikasi memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air dan daya leleh, namun tidak memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P > 0,05$) terhadap kemuluran.
3. Perlakuan tepung tapioka 0 % menghasilkan keju Mozzarella modifikasi yang bermutu tinggi dengan nilai kadar air 52,85 %, daya leleh 5,45 mm dan kemuluran 0,88 1/N.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan untuk melakukan penelitian kembali tentang pembuatan keju Mozzarella modifikasi yang bermutu tinggi dengan menggunakan selain tepung tapioka, misalnya tepung garut atau tepung tapioka modifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1990. Official Method of Analysis of Chemist. Association of Official Analytical Chemist. Washington D.C.
- Buckle, K. A., R. H. Edward, G. H. Fleet and M. Wootton. 1987. Ilmu Pangan. Diterjemahkan oleh Purnomo, H. dan Adiono. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Cokroadikusumo, P. S. 1986. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. PT. Gramedia. Jakarta.
- Coultrate, T. P. 1996. Food The Chemistry of Its Components. School of Applied Science South Bank University. London.
- Deman, J. M. 1997. Kimia Makanan. ITB Press. Bandung.
- Eckles, E. H., W. B. Combs and H. Macy. 1980. Milk and Milk Product. McGraw Hill Company. New York.
- Estiasih, T. 2006. Teknologi dan Aplikasi Polisakarida dalam Pengolahan Pangan. Penerbit : Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Fife, R. L., D. J. McMahon and C. J. Oberg. 2002. Test for Measuring the Stretchability of Melted Cheese. J. Dairy Sci. 85 : 3539-3545.
- Fox, P. F. 1993. Cheese : Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2. Chapman and Hall. London.
- , T. P. Guinee, T. M. Cogan and P. L. H. McSweeney. 2000. Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publishers, inc. Gaithersburg. Maryland.
- Gaman, P. M. and K. B. Sherrington. 1981. The Science of Food. Pergamon Press. New York.
- Grace, M. R. 1977. Cassava Processing. Food and Agriculture Organization of The United Nation. Rome.
- Hicsasmaz, Z., L. Shippelt and S.S.H. Rizvi. 2004. Evaluation of Mozzarella Cheese Stretchability by The Ring and Ball Method. J. Dairy Sci. 87: 1993-1998.



Kiely, L. J., S. L. McConnel. and P. S. Kindstedt. 1991. Observations on The Melting Behaviour of Imitation Mozzarella Cheese. *J. Dairy Sci.* 74 : 3568-3572.

Kosikowski, F. V. 1994. *Cheese and Fermented Milk Foods*. Second Edition. F.V. Kosikowski and Associates-Brooktandale. New York.

Kuo, M. L., Y. C. Wang and S. Gunasekaran. 2000. A Viscoelasticity Index for Cheese Meltability Evaluation. *J. Dairy Sci.* 83 : 412-417.

_____ and S. Gunasekaran. 2003. Effect of Frozen Storage on Physical Properties of Pasta Filata and Non Pasta Filata Mozzarella Cheeses. *J. Dairy Sci.* 85 : 1108-1117.

Lucey, J. A., M. E. Johnson and D. S. Horne. 2003. Invited Review: Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese. *J. Dairy Sci.* 86:2725 – 2743.

Manab, A., H. Purnomo, M. E. Sawitri dan Purwadi. 1999. Laporan Pengabdian Kepada Masyarakat. Persiapan Bahan Baku Untuk Menghasilkan Keju yang Berkualitas di Unit Pembuatan Keju KPRI Sejahtera Jaya Dinas Peternakan Daerah Kabupaten Malang. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Fakultas Peternakan Unibraw. Malang.

Mounsey, J. S. and E. D. O’Riordan. 2005. Analysis of Melt Characteristics of Imitation Cheese. *J. of Food Sci.* 48 : 1148 – 1150.

Muthukumarappan, K., Y. C. Wang and S. Gunasekaran. 1999. Estimating Softening Point of Cheese. *J. Dairy Sci.* 82 : 2280-2286.

Oberg, C. J., A. Wang, L. V. Moyes, R. J. Brown and G. H. Richardson. 1991. Effect of Proteolysis Activity of Thermolactic Culture on Physical Properties of Mozzarella Cheese. *J. Dairy Sci.* 74 : 389-397.

Purnomo, H. 1995. *Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan*. Universitas Indonesia Pres. Jakarta.

_____. 1997. *Perubahan Bahan Pengikat dalam Bakso Karena Pemanasan*. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.

Purwadi. 2006. *Makalah Teknologi Pembuatan Keju*. Disampaikan pada pelatihan pembuatan yoghurt dan keju 25 Mei 2006. Forum Studi Mahasiswa Al A’raaf. Fakultas Peternakan Unibraw. Malang.

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. *J. Dairy Sci.* 86 : 3841-3848.



Soeparno. 1992. Prinsip Kimia dan Teknologi Susu. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.

Susrini. 2005. Index Efektifitas. Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.

Tunick, M.H., E. L Malin, P.W. Smith, J. J Shien, B. C Sullivan, K. I. Mackey and V. H. Holsinger. 1993. Proteolysis and Rheology of Low Fat and Full Fat Mozzarella Cheeses Prepared from Homogenized Milk. *J. Dairy Sci.* 70 : 3621-3628.

Widyastuti, E. S. 1999. Studi Tentang Penggunaan Tapioka, Pati kentang dan Pati Modifikasi dalam Pembuatan Bakso Daging Sapi. Tesis Program studi Ilmu Ternak. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya. Malang.

Widyastuti, E. S., M. E. Sawitri, M. C. Padaga, M. M. Ardhana dan A. Manab. 2000. Perbedaan Kualitas Bakso Daging Sapi dengan Bahan Pengisi Tapioka dan Tapioka Modifikasi Selama Penyimpanan Suhu Rendah. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.

Winarno, F.G. 1995. Enzim Pangan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

----- . 1997. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia. Jakarta.

Whitt, S. R., M. Larissa, Wilson, I. T. Maud, S. G. Brandon and S. B. Edward. 2002. Genetic Diversity and Selection in The Maize Starch Pathway. *PNAS*. Vol. 99 (20) : 12959-12962.

Whistler, R. L. and E. F. Paschall. 1994. *Starch : Chemistry and Technology*. Academic Press. New York.

Yitnosumarto, S. 1993. Rancangan Percobaan, Analisis dan Interpretasinya. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.