

ELEKTROFORESIS PROTEIN WHEY DAN AIR PEMULUR DALAM PEMBUATAN KEJU MOZZARELLA HASIL PERCOBAAN FAKTORIAL SUHU KOAGULASI DAN SUHU PEMULURAN

*Electroforesis of Whey and Stretching Water Protein of Mozzarella Cheese Production from
Factorial Experimental of Coagulation and Stretching Temperature*

Purwadi¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

diterima 25 Agustus 2009; diterima pasca revisi 20 Januari 2010
Layak diterbitkan 25 Februari 2010

ABSTRACT

The use of lime juice as acidifier in the making of Mozzarella cheese was aimed to learn the protein profile of whey and stretching water produced with treatment of coagulation and stretching temperature. The treatment of coagulation temperature was G1 = 30°C, G2 = 35°C, G3 = 40°C, and G4 = 45°C, and the treatment of stretching temperature was M1 = 70°C, M2 = 75°C, M3 = 80°C, and M4 = 85°C. The research result showed that coagulation temperature of 30 and 35 °C gave the same protein profile of whey as well as coagulation temperature of 40 and 45°C, while coagulation temperature of 30 and 35°C with coagulation temperature of 40 and 45°C gave different protein profile of whey. Different coagulation temperature gave different protein profile of whey and stretching water, while different stretching temperature gave the same protein profile of stretching water. Coagulation temperature of 30 and 35°C gave the same protein profile of stretching water as well as coagulation temperature of 40 and 45°C, while coagulation temperature of 30 and 35°C with temperature of 40 and 45°C gave different protein profile of stretching water.

Keywords: *protein profile, Mozzarella cheese, coagulation temperature, stretching temperature*

PENDAHULUAN

Keju Mozzarella merupakan salah satu jenis keju pasta filata (*curd* yang elastis) dan merupakan keju asli Italia. Cara pembuatan keju ini dengan pemasakan dan pemuluran *curd* segar dalam penangas air panas, sehingga mempunyai karakteristik struktur berserabut, daya leleh dan kemuluran yang tinggi (DMI, 1998). Menurut USDA (2005) standar keju Mozzarella ialah memiliki kandungan air 52,0-60,0 %; lemak \leq 10,8 %; garam 1,2 %; pH 5,3; citarasa: *mild pleasing flavor*; bodi dan teksturnya *smooth, pliable* dan tanpa

lubang; pada kenampakan tidak ada tanda-tanda dicetak; warna putih alami hingga krem muda; pengujian pada suhu 232 °C keju dapat meleleh dengan sempurna; dan memiliki karakteristik kemuluran \geq 3 inci. Menurut McMahon (2007) keju Mozzarella memiliki kandungan air 46,0 %; lemak 23,0 %, lemak dalam bahan kering 43,0 %; kadar garam 1,2 %; dan pH berkisar 5,1 - 5,4.

Tahapan pembuatan keju Mozzarella secara umum diantaranya ialah pasteurisasi, pengasaman, penambahan enzim, pemotongan *curd*, pemasakan *curd*, pengurangan *whey*, pemuluran, pencetakan, perendaman dalam air es dan

penggaraman. Pembuatan keju melibatkan penggumpalan atau pembentukan *curd* dengan pengasaman susu dan penambahan protease. Pengasaman susu dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan penambahan biakan bakteri *starter* yang biasanya berasal dari kelompok bakteri asam laktat atau dengan pengasaman langsung (Kalab, 2004; Everett, 2003 dan Pastorino *et al.*, 2000). Beberapa jenis asam yang dapat digunakan dalam pembuatan keju diantaranya ialah asam sitrat, sulfurat, hidroklorat, laktat, fosforat dan asetat serta glukono- δ -laktan (Everett, 2003; Kalab, 2004; Kobieta, 2005 dan Bunton, 2005).

Salah satu bahan pengasam alami yang dapat digunakan dalam proses pembuatan keju Mozzarella adalah jus jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle). Jeruk nipis biasa disebut dengan *jeruk pecel* (Jawa), *limau asam* (Sunda), *lime* (Inggris) dan *Citrus aurantifolia* Swingle (Latin), mengandung beberapa senyawa kimia yang potensial memiliki khasiat sebagai obat, oleh sebab itu banyak dimanfaatkan sebagai obat beberapa penyakit (Cakrawala IPTEK, 2002). Jus jeruk nipis mengandung asam sitrat, asam askorbat, karbohidrat, vitamin C, vitamin A, vitamin B1, protein dan minyak atsiri, meskipun dalam jumlah relatif kecil, juga mengandung *terpene* dan *terpenoid* yang terdiri atas *α -thugene*, *α -pinene*, *sabinene*, *β -pinene*, *β -myrcene*, *d-limonene*, *γ -terpinene*, *terpinolene*, *linalool*, *α -terpineol*, *neral*, *geranial*, *neryl acetate*, *geranil acetate* dan *α -fanesene*.

Percobaan pendahuluan melalui analisis di laboratorium menunjukkan bahwa jus jeruk nipis mempunyai pH \pm 2,2, total asam organik \pm 25 % dan rendemen jus \pm 50 %. Selain itu, jeruk nipis juga mengandung senyawa-senyawa kimia yang bermanfaat untuk kesehatan, diantaranya ialah limonen, linalin asetat, geranil asetat, fellandren, sitral dan asam sitrat. Setiap 100 g buah jeruk nipis mengandung vitamin C sebesar 27 mg,

kalsium 40 mg, fosfor 22 mg, karbohidrat 12,4 g, vitamin B1 0,04 mg, zat besi 0,6 mg, lemak 0,1 g, kalori 37 kal, protein 0,8 g dan air 86 g (Cakrawala IPTEK, 2002).

Barbano (1999) menyatakan bahwa suhu dalam pembuatan keju Mozzarella sangat berpengaruh terhadap kualitas keju yang dihasilkan. Suhu pemasakan *curd* dalam bak pengolah keju ternyata berpengaruh terhadap kecepatan keluarnya air dari dalam *curd* selama berlangsungnya pembuatan keju. Dengan terbentuknya perbedaan kadar air akan berdampak pada fungsionalitas keju Mozzarella. Oleh karena itu suhu pemasakan yang tepat harus dipertahankan, mengingat suhu merupakan faktor proses yang kritis dan harus dikendalikan dalam pembuatan keju Mozzarella agar kualitas dan fungsionalitasnya tinggi (Anonymous, 1998). Suhu lebih tinggi pada saat pemasakan *curd* dan suhu keju lebih rendah pada tahap peningkatan elastisitas cenderung menghasilkan keju dengan kadar air lebih rendah (Barbano, 1999).

Suatu hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan keju dengan pengasaman langsung menggunakan beberapa jenis asam ialah bahwa bila koagulasi pada suhu lebih rendah, maka keperluan bahan pengasam ternyata lebih banyak, dan sebaliknya apabila koagulasi pada suhu lebih tinggi, maka keperluan bahan pengasam terbukti lebih sedikit (Kobieta, 2005). Apabila penggunaan bahan pengasam terlalu banyak, akibatnya keju yang dihasilkan mempunyai kualitas rendah (Bunton, 2005) yang ditandai rendahnya rendemen dan kemuluran, serta tekstur yang keras.

Kenaikan suhu air pemulur keju Mozzarella ternyata sangat berpengaruh terhadap peningkatan kadar minyak bebas, yaitu naik dari 24,1 % pada saat suhu air mencapai 55°C menjadi 34,5% pada saat suhu air mencapai 75°C. Suhu lebih tinggi dapat menyebabkan matriks protein menjadi kurang elastis dan lebih lembek, sehingga lemak bergabung dalam

gumpalan yang lebih besar dan dapat menyebabkan pembentukan minyak bebas. Kondisi reologis matriks protein inilah yang merupakan faktor utama penentu mikrostruktur globula lemak dan pembentukan minyak bebas. Baik mikrostruktur maupun minyak bebas kemungkinan besar dipengaruhi oleh suhu *curd* pada saat pemasakan dan tahap pemuluran (Rowney *et al.*, 2003). Perbedaan suhu pemuluran yang relatif kecil dapat berpengaruh terhadap beberapa sifat keju Mozzarella yang dihasilkan (Anonymous, 1998). Dua variabel, yaitu kenaikan suhu air pemasakan dan pemuluran mempunyai pengaruh sangat nyata terhadap pembentukan minyak bebas.

Oleh karena itu dalam penelitian ini dirancang menggunakan jus jeruk nipis sebagai bahan pengasam alami dan ingin mengetahui kombinasi suhu koagulasi dan pemuluran terhadap profil protein whey dan air pemulur keju Mozzarella.

MATERI DAN METODE

Materi

Bahan-bahan penelitian terdiri atas: susu (susu segar diperoleh dari KUD DAU, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang), buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle) yang diperoleh dari Kabupaten Jombang, protease dan bahan kimia untuk elektroforesis. Jeruk nipis yang digunakan adalah buah jeruk matang optimal, yang berciri kulit berwarna kuning merata dan keadaan segar. Cara pembuatan jus jeruk nipis ialah dengan cara membuang kulit luar, daging buah diiris-iris kemudian diperas dengan menggunakan perasan jeruk. Protease diperoleh dari New England *Cheesemaking Supply Company* Amerika Serikat dan bahan kimia untuk analisis profil protein diperoleh dari Laboratorium Biokimia FMIPA UB.

Peralatan penelitian yang digunakan ialah: pH meter, bak pengolah

keju (*cheesemat*), termometer, panci untuk pemuluran keju Mozzarella, cetakan keju, topless untuk perendaman keju di dalam air es dan larutan garam jenuh.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode percobaan faktorial 4 x 4, faktor pertama adalah suhu koagulasi (G) yang terdiri atas G1 = 30 °C, G2 = 35 °C, G3 = 40 °C, G4 = 45 °C dan faktor kedua adalah suhu pemuluran (M) yang terdiri atas; M1 = 70 °C, M2 = 75 °C, M3 = 80 °C dan M4 = 85°C, semua perlakuan kombinasi diulang 3 kali. Prosedur pembuatan keju Mozzarella mengikuti metode Carroll (2002) yang dimodifikasi:

- 1) Susu dipasteurisasi pada suhu 71 °C dan dipertahankan selama \pm 15 detik, kemudian suhunya segera diturunkan.
- 2) Setelah suhu susu sesuai perlakuan (30 °C, 35 °C, 40 °C, dan 45 °C) dicapai, susu ditambah jus jeruk nipis 1,9 % (v/v), kemudian ditambah protease sebanyak 0,025 % (v/v).
- 3) Susu didiamkan selama 5 menit agar terbentuk curd yang kompak dan dapat dipotong, kemudian dipotong-potong membentuk kubus berukuran \pm 1 cm x 1 cm x 1 cm.
- 4) Curd didiamkan selama 5 menit, kemudian whey ditampung.
- 5) Curd dilakukan penekanan (*working*) dengan tangan agar tekstur curd kompak dan halus (\pm 10 menit), whey yang keluar ditampung.
- 6) Pengambilan sampel whey untuk dianalisis elektroforesis SDS-PAGE.
- 7) Curd dilakukan pemuluran (*stretching*), yaitu dimasukkan ke dalam air panas dengan berbagai perlakuan suhu 70 °C, 75 °C, 80 °C dan 85 °C selama 5 menit sambil ditarik dan dibalik agar curd lebih kompak dan tidak mudah putus apabila ditarik.
- 8) Pengambilan sampel air pemulur untuk dianalisis elektroforesis SDS-PAGE.
- 9) Keju direndam dalam air es selama 1 jam, kemudian direndam dalam larutan

garam jenuh selama 20 menit, selanjutnya ditiriskan, ditimbang dan dicatat bobotnya.

10) Keju yang diperoleh disimpan dalam ruang dingin pada suhu $\pm 17^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam.

Variabel yang diukur meliputi: profil protein *whey* dan air pemulur.

Pengukuran variabel: profil protein dianalisis dengan metode elektroforesis (Aulanni'am, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

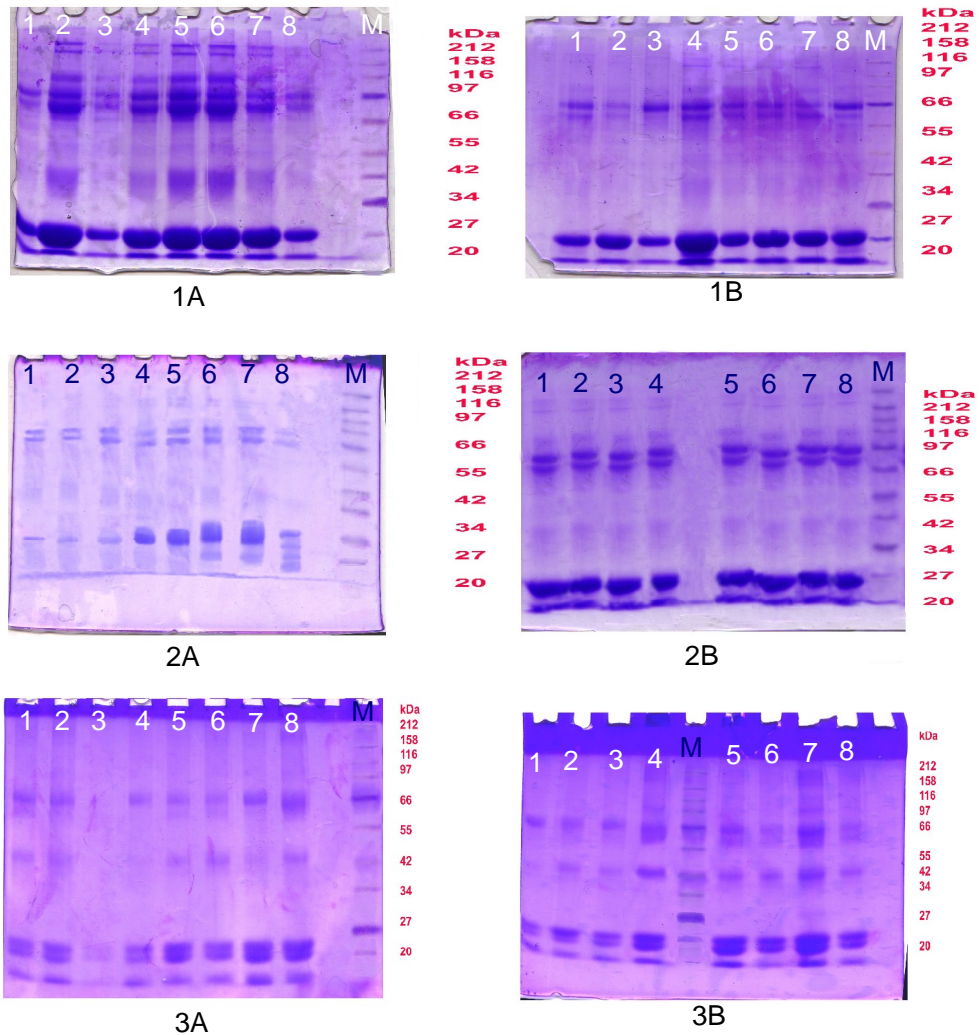
Elektroforegram pita protein *whey* dengan perlakuan suhu koagulasi dihasilkan gambaran profil protein hasil

SDS-PAGE seperti disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 setelah dilakukan perhitungan diperoleh data seperti ditampilkan dalam Tabel 1.

Data dalam Tabel 1. (bobot molekul protein *whey*) menunjukkan bahwa perlakuan suhu koagulasi yang berbeda berturut-turut 30, 35, 40 dan 45°C menghasilkan perbedaan pengaruh yang nyata terhadap profil protein *whey*. Suhu koagulasi 30 dan 35°C menunjukkan profil protein yang hampir sama, suhu koagulasi 30°C mempunyai profil protein yang sedikit lebih beragam daripada suhu koagulasi 35°C . Suhu koagulasi 40 dan

Tabel 1. Bobot molekul protein *whey* hasil elektroforesis dari pembuatan keju Mozzarella dengan variasi suhu koagulasi

BM prot. <i>whey</i> (kDa)	Perlakuan suhu koagulasi ($^{\circ}\text{C}$)															
	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	45
15,56	v	v	v	v	v	v	v	v								
17,65									v	V	v	v	v	v	v	v
18,92	v	v	v	v	v	v	v	v								
19,36	v	v	v	v	v	v	v	v	v	V	v	v	v	v	v	v
20,84	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
24,55	v	v	v	v	v	v	v	v								
30,55									v	v	v	v	v	v	v	v
33,96	v	v	v	v												
34,83									v	v	v	v	v	v	v	v
39,90	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
43,75									v	v	v	v	v	v	v	v
46,88	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
55,21									v	v	v	v	v	v	v	v
62,95	v	v	v	v												
65,01									v	v	v	v	v	v	v	v
71,61	v	v	v	v					v	v	v	v	v	v	v	v
72,27	v	v	v	v					v	v	v	v	v	v	v	v
78,89									v	v	v	v	v	v	v	v
81,66	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
84,33	v	v	v	v	v	v	v	v								
99,08	v	v	v	v												
102,3	v	v	v	v	v	v	v	v								
105,7									v	v	v	v	v	v	v	v
116,7	v	v	v	v	v	v	v	v								
124,5	v	v	v	v	v	v	v	v								
128,5	v	v	v	v					v	v	v	v	v	v	v	v
141,6	v	v	v	v					v	v	v	v	v	v	v	v
146,6	v	v	v	v	v	v	v	v								



Gambar 1. Elektroforegram protein *whey*

Keterangan:

1A dan 1B : ulangan 1 dari seluruh perlakuan

2A dan 2B : ulangan 2 dari seluruh perlakuan

3A dan 3B : ulangan 3 dari seluruh perlakuan

(Gambar A) Lajur: 1- 4 = perlakuan suhu koagulasi 30 °C yang dianalisis 4 kali.
 5 - 8 = perlakuan suhu koagulasi 35 °C yang dianalisis 4 kali.
 M = marker protein

(Gambar B) Lajur: 1 - 4 = perlakuan suhu koagulasi 40 °C yang dianalisis 4 kali.
 5 - 8 = perlakuan suhu koagulasi 45 °C yang dianalisis 4 kali.
 M = marker protein

45°C menunjukkan profil protein yang sama persis, sedangkan antara suhu koagulasi 30 dan 35 °C dengan suhu koagulasi 40 dan 45 °C terdapat banyak perbedaan, namun beberapa bobot molekul protein ada yan45°C menunjukkan profil

protein yang sama persis, sedangkan antara suhu koagulasi 30 g sama.

Perbedaan profil protein tersebut diduga bahwa kerja protease untuk menguraikan protein susu pada suhu

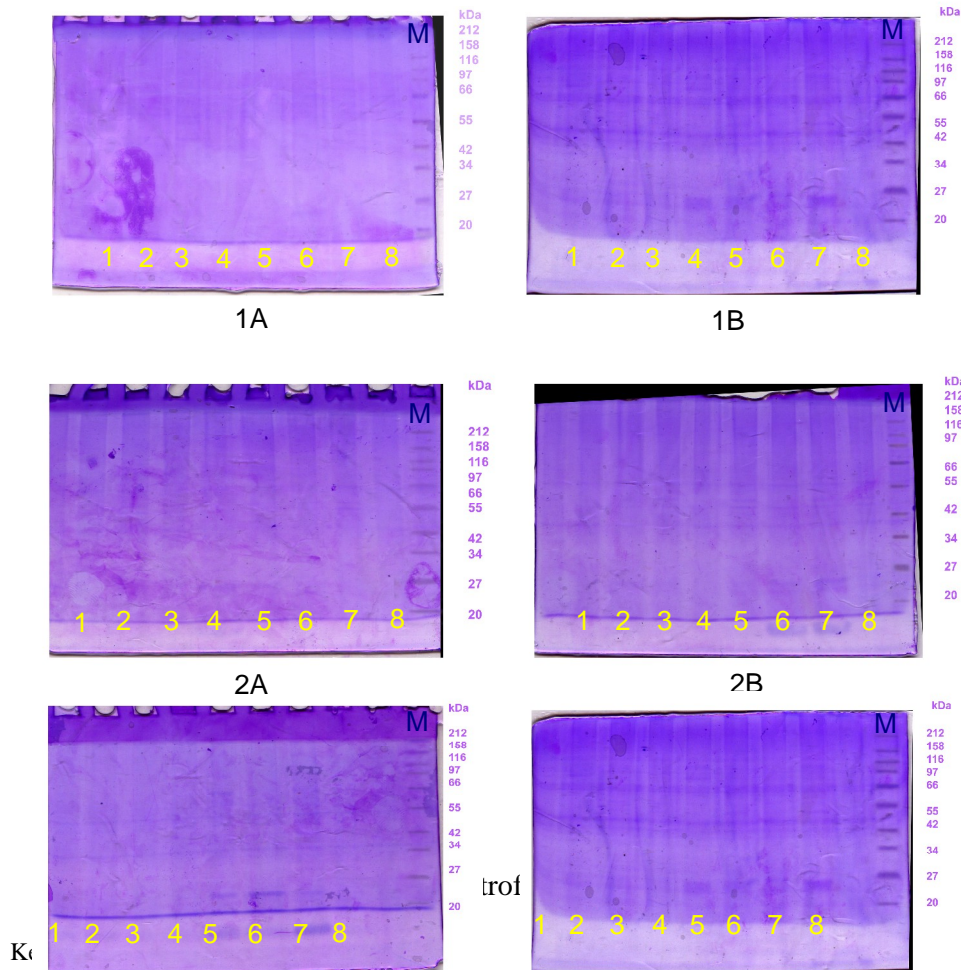
koagulasi yang berbeda dapat menghasilkan profil protein keju dan whey yang berbeda pula. Hasil penelitian ini dijumpai bahwa penambahan jus jeruk nipis terbukti dapat membuat kondisi optimum kerjanya protease, sehingga mampu menguraikan komponen susu terutama α -kasein dan β -kasein, sehingga mengakibatkan berkurangnya kekompakan (*cohesiveness*) dan kelembutan tekstur keju, dan dampak selanjutnya adalah daya lelehnya naik. Sebagian hasil penguraian tersebut larut ke dalam whey dengan bobot molekul yang berbeda-beda. Gaiaschi *et al.* (2001) melaporkan bahwa selama

proteolisis pada pembuatan keju berlangsung maka β -kasein dihidrolisis menjadi fragmen-fragmen yang berbeda.

Selanjutnya Gaiaschi *et al.* (2001) juga menjelaskan bahwa β -kasein turun selama proses pembuatan keju berlangsung. Hasil pengamatan berdasarkan data elektroforegram pita protein air pemulur dengan perlakuan kombinasi suhu koagulasi dan suhu pemuluran dihasilkan profil protein dalam banyak elektroforegram seperti disajikan pada Gambar 2. Data profil protein hasil perhitungan berdasarkan Gambar 2 tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot molekul protein air pemulur hasil elektroforesis dari pembuatan keju Mozzarella dengan variasi kombinasi suhu koagulasi dan suhu pemuluran

BM prot. air pmlr (kDa)	Perlakuan kombinasi suhu koagulasi dan suhu pemuluran (°C)															
	30; 70	30; 75	30; 80	30; 85	35; 70	35; 75	35; 80	35; 85	40; 70	40; 75	40; 80	40; 85	45; 70	45; 75	45; 80	45; 85
18,92	v	v	v	v	v	v	v	v								
19,54									v	v	v	v	v	v	v	v
20,84									v	v	v	v	v	v	v	v
22,23									v	v	v	v	v	v	v	v
23,76									v	v	v	v	v	v	v	v
33,96	v	v	v	v	v	v	v	v								
38,63	v	v	v	v	v	v	v	v								
42,55									v	v	v	v	v	v	v	v
45,49									v	v	v	v	v	v	v	v
46,98	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
48,53	v	v	v	v	v	v	v	v								
50,11									v	v	v	v	v	v	v	v
51,76	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
57,01	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
60,95	v	v	v	v	v	v	v	v								
65,01	v	v	v	v	v	v	v	v								
67,14	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
69,34									v	v	v	v	v	v	v	v
71,61	v	v	v	v	v	v	v	v								
73,96									v	v	v	v	v	v	v	v
76,38									v	v	v	v	v	v	v	v
78,89	v	v	v	v	v	v	v	v								
89,95									v	v	v	v	v	v	v	v
95,94									v	v	v	v	v	v	v	v
99,08	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
112,9									v	v	v	v	v	v	v	v



1A dan 1B : ulangan 1 dari seluruh perlakuan
 2A dan 2B : ulangan 2 dari seluruh perlakuan
 3A dan 3B : ulangan 3 dari seluruh perlakuan

- (Gambar A) Lajur 1- 4 = perlakuan suhu koagulasi 30 °C, dan suhu pemuluran masing-masing 70, 75, 80 dan 85 °C
 5 – 8= perlakuan suhu koagulasi 35 °C, dan suhu pemuluran masing-masing 70, 75, 80 dan 85 °C
 M = marker protein
- (Gambar B) Lajur 1 - 4 = perlakuan suhu koagulasi 40 °C, dan suhu pemuluran masing-masing 70, 75, 80 dan 85 °C
 5 - 8 = perlakuan suhu koagulasi 45 °C, dan suhu pemuluran masing-masing 70, 75, 80 dan 85 °C
 M = marker protein

Data dalam Tabel 2. menunjukkan bahwa kombinasi suhu koagulasi 30 dan 35°C dengan suhu pemuluran yang berbeda berturut-turut 70, 75, 80 dan 85 °C

menghasilkan elektroforegram protein air pemulur yang sama, demikian juga perlakuan kombinasi suhu koagulasi 40 dan 45°C dengan suhu pemuluran yang

berbeda. Namun perlakuan kombinasi suhu koagulasi 30 dan 35°C dengan perlakuan kombinasi suhu koagulasi 40 dan 45 °C dengan suhu pemuluran yang berbeda berturut-turut 70, 75, 80 dan 85 °C menghasilkan elektroforegram protein air pemulur berbeda. Suhu koagulasi 30 dan 35°C menghasilkan protein yang terlarut dalam air pemulur yang kurang beragam, yaitu 13 macam protein dibandingkan dengan suhu koagulasi 40 dan 45 °C, yaitu 18 macam protein dengan bobot molekul yang berbeda. Suhu pemuluran yang berbeda ternyata tidak menunjukkan profil protein air pemulur yang berbeda.

Kajian tentang profil protein air pemulur ini dimaksudkan untuk mengetahui gambaran protein yang terbuang dalam air pemulur, baik jumlahnya maupun jenisnya. Hasil analisis elektroforesis yang tertera pada Tabel 2. menunjukkan sebagian besar protein yang terlarut dalam air pemulur mempunyai bobot molekul yang relatif tinggi, hal ini diduga kuat bahwa protein tersebut termasuk kelompok protein whey. Hasil analisis proksimat kadar protein air pemulur adalah $\pm 0,35$ % dan kadar bahan kering $\pm 2,75$ %, hal ini merupakan bahan pertimbangan dalam memproduksi keju, karena persentase protein dan bahan kering tersebut bila dilakukan *scale up* merupakan jumlah yang cukup tinggi. Oleh karena itu dalam skala besar sebaiknya menggunakan mesin pemulur (*stretcher*), karena dengan mesin ini sudah tidak ada lagi komponen bahan padat yang terbuang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa suhu koagulasi yang baik ialah 30 atau 35 °C, karena kedua suhu tersebut tidak berbeda nyata, maka agar lebih efisien sebaiknya digunakan suhu 30 °C. Suhu pemuluran semuanya tidak berbeda nyata, sehingga agar lebih efisien digunakan suhu

terendah, namun dengan suhu 70 °C keju yang dihasilkan kurang mulur, sehingga sebaiknya digunakan suhu 75 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1998. Improving Mozzarella manufacture and quality - part I, <http://www.dairyinfo.com>. 05/05/06
- Aulanni'am. 2004. Prinsip dan Teknik Analisis Biomolekul. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Barbano, D.M. 1999. Controlling functionality of Mozzarella cheese through process control. Department of Food Science, Northeast Dairy Foods Research Center, Cornell University. Ithaca, New York.
- Bunton, M. 2005. Ricotta cheese recipe. Home Dairying & Cheesemaking. Fias Co Farm. <http://fiascofarm.com/dairy/mozzarella.htm>. 09/04/06
- Cakrawala IPTEK. 2002. Tanaman obat Indonesia: jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle). IPTEKnet. <http://www.iptek.net.id/ind/cakraobat/tanamanobat.php?id=131>. 03/05/06
- Carroll, R. 2002. Home Cheese Making: Recipes for 75 Homemade Cheeses. 3th Edition. New England.
- DMI. 1998. Improving Mozzarella manufacture and quality – part I: processing technologies for efficient manufacture of high-quality Mozzarella cheese, Dairy Management Inc. American Dairy Association – National Dairy Council – U.S. Dairy Export Council. Madison.
- Everett, D. 2003. *Functionality of directly acidified Mozzarella cheese using different acid types*. Thesis

- Topics for 2003. Food Science Department – UniVersity of Otago.
- Gaiaschi, A., B. Beretta, C. Poiesi, A. Conti, M.G. Giuffrida, C.L. Galli and P. Restani. 2001. Proteolysis of β -Casein as a marker of Grana Padano cheese ripening. *J. Dairy Sci.*, **84**: 60-65.
- Kalab, M. 2004. Cheese: deVelopment of structure. Food Under the Microscope. <http://anka.liVstek.lth.se:2080/microscopy/f-cheese.htm>. 02/02/06
- Kobieta, L.K.O. 2005. Cheese of antiquity. Windward. <http://www.windward.org/ush/cheese.htm>. 10/03/06
- McMahon, D.J. 2007. Product Specifications : Mozzarella Cheese – Specification No. 603. McMahon Food Global Marketers. <http://www.mcmahon.com.au/specifications.html>. 29/01/07
- Pastorino, A.J., N.P. Ricks, C.L. Hansen, and D.J. McMahon. 2000. Effect of water and calcium injection structure-function attributes of Mozzarella cheese. http://ift.confex.com/ift/2000/techprogram/paper_3053.htm. 17/12/05
- Rowney, M.K., P. Roupas, M.W. Hickey, and D.W. EVerett. 2003. The effect of compression, stretching, and cooking temperature on free oil formation in Mozzarella curd, *J. Dairy Sci.*, **86**: 449-456.
- USDA. 2005. Commercial Item Discription. Cheese, Mozzarella, Lite. The U. S. Department of Agriculture. United State.