

KONSENTRASI OPTIMUM JUS JERUK NIPIS SEBAGAI BAHAN PENGASAM PADA PEMBUATAN KEJU MOZZARELLA

The Optimum Concentration of Lime Juice as Acidifier on Mozzarella Cheese Manufacturing

Purwadi¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang

diterima 1 Februari 2008; diterima pasca revisi 12 Juli 2008
Layak diterbitkan 20 Agustus 2008

ABSTRACT

The objectives of current research were to study the potency of lime juice as acidifier on Mozzarella cheese physical quality. The method used in this research was completely randomized design. The experiment of variation of lime juice was repeated 4 times including 6 treatments were : L1=1.5%, L2=1.6%, L3=1.7%, L4=1.8%, L5=1.9% and L6=2.0% (v/v). The variables were rendement, meltability, stretchability, and elasticity. Variation analysis on rendement, stretchability, and elasticity of Mozzarella cheese showed that the use of those lime juice concentration gave no significant difference ($P>0.05$). However, those treatments gave significant different ($P<0.05$) on meltability of Mozzarella cheese. The range of cheese rendement was about 11.00-11,93%. The highest meltability was on 1.9% concentration of lime juice. Therefore, it could be concluded that 1.9% concentration of lime juice was better for making Mozzarella cheese as the highest value on rendement, meltability, stretchability than the other concentration.

Key words: lime juice, Mozzarella cheese

PENDAHULUAN

Keju Mozzarella merupakan salah satu jenis keju pasta filata (*curd* yang elastis) dan merupakan keju asli Italia. Keju ini sangat terkenal karena cara pembuatannya dengan pemasakan dan pemuluran *curd* segar dalam penangas air panas, sehingga mempunyai karakteristik struktur berserabut, daya leleh dan kemuluran yang tinggi (DMI, 1998). Standar keju Mozzarella yaitu memiliki kandungan air 52,0-60,0%; lemak $\leq 10,8\%$; garam 1,2%; pH 5,3; citarasa : *A 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 ≥ 3 inci (USDA, 2005). Sedangkan menurut McMahon (2006), 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.

Menurut Kalab (2004) bahwa 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; Pastorino *et al*, 2000). Pengasaman langsung (*direct acidification*) dapat mempersingkat

waktu pembuatan keju, karena keasaman yang dikehendaki segera tercapai setelah asam sitrat ditambahkan dan tanpa harus menunggu aktivitas biakan bakteri *starter* untuk membentuk asam laktat.

Beberapa jenis asam yang dapat digunakan dalam pembuatan keju diantaranya adalah asam sitrat, sulfurat, hidroklorat, laktat, fosforat, dan asetat serta glukono- δ -lakton (Everett, 2003; Kalab, 2004; Kobieta, 2005 dan Bunton, 2005^b).

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, seperti limonen, linalin asetat, geranil asetat, fellandren, sitral dan asam sitrat yang berpotensi memiliki khasiat sebagai obat, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai obat beberapa penyakit (Cakrawala IPTEK, 2002). Oleh karena itu dalam penelitian ini dirancang menggunakan jus jeruk nipis sebagai bahan pengasam alami untuk membuat keju Mozzarella.

MATERI DAN METODE

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. Jeruk nipis yang digunakan adalah buah jeruk matang optimal, yang berciri kulit berwarna kuning, merata dan keadaan segar. Cara pembuatan jus jeruk nipis adalah dengan cara membuang kulit luar, daging buah diiris-iris kemudian diperas dengan menggunakan perasan jeruk.

Peralatan penelitian yang digunakan adalah: peralatan analisis kadar asam, bak pengolah keju (*cheesevat*), termometer, cetakan keju, pengepres keju, panci untuk

pemuluran keju Mozzarella, pH meter, daya leleh, dan kemuluran.

Percobaan variasi konsentrasi jus jeruk nipis diulang 4 kali dengan rincian perlakuan berturut-turut: L1 = 1,5%, L2 = 1,6%, L3 = 1,7%, L4 = 1,8%, L5 = 1,9% dan L6 = 2,0% (v/v). Prosedur pembuatan keju Mozzarella mengikuti metode Carroll (2002) yang dimodifikasi:

- 1) Susu dipasteurisasi pada suhu 71°C dan dipertahankan selama ± 15 detik, kemudian suhunya segera diturunkan.
- 2) Setelah suhu 35°C dicapai, susu ditambah jus jeruk nipis sesuai variasi perlakuan konsentrasi, yaitu berturut-turut 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9 dan 2,0% (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 1cm x 1cm x 1cm.
- 4) Curd didiamkan selama 5 menit, kemudian whey dibuang.
- 5) Curd dilakukan penekanan (*working*) dengan tangan pada suhu $\pm 40^\circ\text{C}$ agar tekstur curd kompak dan halus (± 10 menit).
- 6) Curd dilakukan pemuluran (*stretching*), yaitu dimasukkan ke dalam air panas pada suhu 75°C selama 5 menit sambil ditarik dan dibalik agar curd lebih kompak dan tidak mudah putus apabila ditarik.
- 7) Curd direndam dalam air es selama 1 jam, kemudian direndam dalam larutan garam jenuh selama 20 menit, selanjutnya ditiriskan, ditimbang dan dicatat bobotnya.
- 8) Curd yang diperoleh disimpan dalam ruang dingin pada suhu $\pm 17^\circ\text{C}$ selama ± 24 jam, kemudian dilakukan pengujian. Variabel yang diukur meliputi rendemen, daya leleh, kemuluran, dan elastisitas. Pengukuran variabel:

1. Rendemen ditentukan berdasarkan bobot keju Mozzarella yang telah dipisahkan

- dari larutan garam (Shakeel-Ur-Rehman *et al.*, 2003).
2. Daya leleh diukur dengan menggunakan gelas ukur berdiameter 18 mm dan sampel dipanaskan dalam oven kering pada suhu 232°C (Tunick *et al.*, 1993).
 3. Kemuluran dan elastisitas diukur dengan *Universal Testing Instrument* Merk Lloyd.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ragam terhadap rendemen, kemuluran dan elastisitas keju Mozzarella menunjukkan bahwa penentuan beberapa konsentrasi jus jeruk nipis tidak memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P>0,05$). Perlakuan tersebut memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P<0,05$) terhadap daya leleh keju Mozzarella, demikian pula hasil analisis jarak berganda Duncan. Rerata rendemen dan komponen utama kualitas keju Mozzarella tersebut tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata rendemen dan komponen utama penentu kualitas keju Mozzarella

Konsentrasi jus jeruk nipis (%)	Rendemen (%)	Daya leleh	Kemuluran (1/N)	Elastisitas (%)
1,5	11,27	8,23 ^a	0,98 ^a	55,41
1,6	11,46	9,00 ^a	1,47 ^{ab}	50,85
1,7	11,79	8,80 ^a	1,31 ^{ab}	51,24
1,8	11,80	9,40 ^a	1,97 ^{ab}	56,44
1,9	11,93	11,53 ^b	2,29 ^b	60,51
2,0	11,00	9,15 ^a	1,86 ^{ab}	58,92

Keterangan: Huruf berbeda di belakang angka pada kolom yang sama masing-masing percobaan menunjukkan perbedaan pengaruh nyata ($P<0,05$)

Data dalam Tabel 1. menunjukkan tidak ada yang berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap rendemen. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi jus jeruk nipis sebagai penentu keasaman susu besar pengaruhnya

terhadap aktivitas protease dan ternyata berpengaruh sama terhadap rendemen keju Mozzarella. Fox *et al.* (2000) menyatakan bahwa aktivitas protease selama koagulasi dipengaruhi oleh keasaman susu dan mempengaruhi kekuatan *curd*, sehingga rendemen keju yang dihasilkan dipengaruhi pula oleh keasaman susu.

Rerata rendemen keju yang dihasilkan berkisar antara 11,00 – 11,93%. Besarnya rendemen keju hasil penelitian ini jauh di atas rerata rendemen hasil penelitian Metzger *et al.* (2000), yaitu antara 6,91 – 7,45% dan hasil penelitian Rudan *et al.* (1999) berkisar 6,59 – 9,20%. Kajian terhadap rendemen keju dari tiga percobaan yang telah dilakukan, dapat dinyatakan bahwa jus jeruk nipis sebagai bahan pengasam susu sangat cocok digunakan untuk pembuatan keju Mozzarella, baik ditinjau dari segi jenis maupun konsentrasinya, karena jus jeruk nipis terbukti dapat menghasilkan rendemen keju jauh lebih tinggi daripada penelitian yang dilakukan oleh Metzger *et al.* (2000) dan Rudan *et al.* (1999).

Alasan tersebut dapat dijelaskan bahwa penggunaan asam yang kurang atau berlebihan menyebabkan *curd* yang dihasilkan lembek dan rapuh, sehingga pada saat *curd* dipotong banyak lemak dan kasein hilang bersama *whey*. Fox *et al.* (2000) menyatakan bahwa koagulum protein yang terlalu lembek dipotong, maka lemak dan kasein banyak yang hilang bersama *whey*, sedangkan Emmons (1990) membuktikan bahwa makin banyak Nitrogen terlarut dalam *whey* berarti makin banyak kasein terhidrolisis. Hal ini berarti pembuatan keju Mozzarella dengan cara pengasaman langsung menggunakan jus jeruk nipis harus diupayakan pula konsentrasi yang tepat agar banyak protein dan lemak dapat dipertahankan dalam *curd*.

Metzger *et al.* (2000) juga menyimpulkan hasil penelitiannya bahwa pengasaman awal dapat mempengaruhi kadar kalsium, protein dan lemak keju.

Koagulasi pada kondisi asam yang optimum untuk aktivitas protease mampu menghasilkan *curd* yang kompak dan kokoh, sehingga pada saat *curd* dipotong, tidak banyak lemak dan kasein hilang bersama *whey*.

Lemak dan kasein yang dapat dipertahankan dalam *curd* menghasilkan rendemen keju lebih tinggi. Seperti telah dibuktikan oleh Emmons (1997) melalui berbagai estimasi untuk menghitung rendemen keju. Lemak dan kasein juga merupakan komponen utama penentu daya leleh keju yang dihasilkan. McMahan *et al.* (1999) menyatakan bahwa daya leleh keju Mozzarella dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain kadar lemak dan keseimbangan interaksi antar molekul protein dan interaksi antara molekul protein dan air.

Daya leleh keju tertinggi diperoleh pada konsentrasi jus jeruk nipis 1,9% adalah 11,53 dan terbukti berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan variasi konsentrasi jus jeruk nipis lainnya. Daya leleh yang relatif tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Fife *et al.* (2002) mengenai daya leleh keju Mozzarella tanpa lemak dan keju Mozzarella rendah air dan skim berkisar $9,0 \pm 0,3$ – $16,9 \pm 1,1$. Kondisi ini menunjukkan bahwa jus jeruk nipis sebagai bahan pengasam susu dalam pembuatan keju Mozzarella harus pada konsentrasi yang tepat, dan apabila kurang atau berlebih, maka keju Mozzarella yang dihasilkan berkualitas rendah.

Nilai pH susu setelah diasamkan dengan jus jeruk nipis ternyata bukan merupakan satu-satunya faktor penentuan daya leleh keju yang dihasilkan. Hal ini sependapat dengan Lucey *et al.* (2003) yang menyatakan bahwa pH bukan merupakan faktor utama penentu daya leleh keju Cheddar, tetapi jika pH terlalu rendah ($pH < 4,9$), maka bisa menurunkan daya leleh dan kemuluran keju. Hasil penelitian Dave *et al.* (2003) menunjukkan bahwa keju hasil pengasaman langsung menggunakan glukono- δ -laktone mempunyai daya leleh

makin tinggi dengan makin banyaknya bahan koagulan yang ditambahkan.

Penggunaan konsentrasi jus jeruk nipis lebih tinggi menjadikan keasaman susu lebih tinggi pula, sehingga koagulasi berlangsung lebih cepat. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Yun *et al.* (1995) yang menunjukkan bahwa keasaman susu yang lebih tinggi pada pembuatan keju memang dapat mempercepat koagulasi. Bahkan penelitian Yun *et al.* (1993) sebelumnya, menunjukkan bahwa pH *curd* yang lebih rendah telah menghasilkan keju dengan kadar lemak dan protein relatif tinggi, walaupun berdasarkan hasil analisis statistika tidak berbeda nyata. McMahan *et al.* (1999) melaporkan bahwa keju Mozzarella dengan kadar lemak dan protein yang lebih tinggi dapat menghasilkan daya leleh keju lebih tinggi pula.

Hasil penelitian Rudan *et al.* (1999) menunjukkan bahwa keju Mozzarella dengan kadar lemak tinggi mempunyai daya leleh relatif tinggi pula. Demikian pula penelitian yang dilakukan Oommen *et al.* (2002) menunjukkan bahwa keju Mozzarella dengan kadar lemak dan protein tertinggi menghasilkan kemuluran dan daya leleh tertinggi jika dibandingkan perlakuan lainnya. Penelitian Kuo *and* Gunasekaran (2003) menunjukkan bahwa keju Mozzarella dengan daya leleh tinggi ternyata mempunyai kemuluran yang tinggi yang berarti makin mudah mulur seperti yang diharapkan dalam penggunaannya sebagai *topping*.

Konsentrasi jus jeruk nipis mulai dari 1,5; 1,6; 1,7; 1,8 hingga 1,9% ternyata kemuluran keju cenderung naik, tetapi tepat pada konsentrasi 2,0% kemuluran keju turun secara nyata. Fenomena demikian diduga kuat bahwa pada konsentrasi 2,0% atau mungkin lebih tinggi maka keasaman susu menjadi terlalu tinggi untuk menghasilkan kemuluran keju Mozzarella. Bunton (2005^a) menyatakan bahwa penggunaan bahan pengasam terlalu banyak dapat

mengakibatkan keju yang dihasilkan berkualitas rendah.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pH susu setelah ditambah asam dengan interval yang sempit tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan perlakuan dengan interval lebar menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap beberapa parameter penentu kualitas keju. Yun *et al.* (1993) melaporkan bahwa pembuatan keju Mozzarella dengan pengasaman susu pada pH berturut-turut 5,40; 5,25 dan 5,10 tidak menunjukkan perbedaan pengaruh terhadap kadar air, kadar lemak, kadar lemak dalam bahan kering dan protein. Pada penelitian yang sama, Yun *et al.* (1995^b) melaporkan bahwa perlakuan tersebut juga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kekerasan (*hardness*), *cohesiveness*, *springiness*, daya leleh, *apparent viscosity*, minyak bebas dan minyak bebas dalam lemak. Berbeda dengan hasil penelitian Spangler *et al.* (1991) yang menyatakan bahwa keju dengan pengasaman awal (pH 6,3) mempunyai kadar protein lebih tinggi daripada keju tanpa pengasaman awal (pH 6,7).

Metzger *et al.* (2000) melaporkan pula bahwa pengasaman awal dengan asam sitrat pada pH 5,8 ternyata kadar kalsium keju turun, namun kadar kalsium *whey* naik lebih tinggi ($P < 0,05$) daripada pengasaman awal dengan asam sitrat pada pH 6,0. Percobaan lanjutannya dilaporkan bahwa pengasaman awal dengan asam sitrat pada pH 5,8 terjadi penurunan kadar kalsium keju dan peningkatan kadar kalsium *whey* ($P < 0,05$) daripada pengasaman awal dengan asam asetat pada pH 5,8.

Penambahan asam pada susu dapat mengakibatkan peningkatan kalsium *nonmicellar* dan kalsium ini larut dalam *whey*, sedangkan kalsium yang bertahan di dalam keju adalah kalsium *micellar*. Makin tinggi kalsium *nonmicellar* yang terbentuk berarti makin rendah kalsium yang dipertahankan dalam keju. Penurunan kadar kalsium keju ini mengakibatkan keju lebih

lunak dan lebih mudah mulur (Metzger *et al.*, 2000). Pada penelitian ini diduga bahwa keju yang dibuat dengan konsentrasi jus jeruk nipis 1,9 % mempunyai kadar kalsium lebih rendah daripada konsentrasi lainnya, sehingga daya leleh, kemuluran dan elastisitasnya paling tinggi.

Elastisitas tertinggi terjadi pada konsentrasi jus jeruk nipis 1,9 % dan pada konsentrasi lebih tinggi dan lebih rendah daripada 1,9 % terbukti elastisitasnya lebih rendah. Elastisitas keju yang lebih tinggi pada konsentrasi 1,9 % tersebut diduga kuat karena kondisi untuk koagulasinya optimum, dengan demikian lemak dan protein banyak terjerat dalam matrik komponen penyusun keju, karena matrik komponen tersebut memang berperan sebagai pembentuk elastisitas keju Mozzarella. Hasil penelitian Metzger *et al.* (2001) menunjukkan bahwa keju Mozzarella dengan kadar kalsium yang tidak larut dalam air (*water-insoluble calcium*) rendah mempunyai *post-melt chewiness* rendah pula, yang berarti keju tersebut mempunyai elastisitas tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi jus jeruk nipis 1,9 % adalah paling baik untuk pembuatan keju Mozzarella, karena menghasilkan rendemen, daya leleh, kemuluran dan elastisitas paling tinggi diantara konsentrasi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bunton, M. 2005^a. Mozzarella cheese recipe. Home Dairying and Cheesemaking. Fias Co Farm. <http://fiascofarm.com/dairy/mozzarella.htm>. Diakses tanggal 12 Februari 2006.
- Bunton, M. 2005^b. Ricotta cheese recipe. Home Dairying and Cheesemaking. Fias Co Farm.

- <http://fiascofarm.com/dairy/mozzarella.htm>. Diakses tanggal 9 April 2006.
- Cakrawala IPTEK. 2002. Tanaman obat Indonesia: jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle). IPTEKnet. <http://www.iptek.net.id/ind/cakraobat/tanamanobat.php?id=131>. Diakses tanggal 3 Mei 2006.
- Dave, R. I, D.J. McMahon, C.J. Oberg and J.R. Broadbent. 2003. Influence of coagulant level on proteolysis and functional of Mozzarella cheese made using direct acidification. *J. Dairy Sci.*, **86**(1): 114-126
- 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.
- Emmons, D. B. 1990. Milk-clotting enzyme. 2. Estimating cheese yield losses from proteolysis during cheese making. *J. Dairy Sci.*, **73** : 2016-2021.
- Everett, D. 2003. *Functionality of directly acidified Mozzarella cheese using different acid types*. Thesis Topics for 2003. Food Science Department – University of Otago.
- 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., T.P. Guinee, T.M. Cogan and P.L.H. McSweeney. 2000. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publishers, Inc. Maryland.
- Kalab, M. 2004. Cheese: development of structure. *Food Under the Microscope*. <http://anka.livstek.lth.se:2080/microscopy/f-cheese.htm>. Diakses tanggal 2 Februari 2006.
- Kobieta, L.K.O. 2005. Cheese of antiquity. Windward. <http://www.windward.org/ush/cheese.htm>. Diakses tanggal 10 Maret 2006.
- 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.
- McMahon, D.J., R.L. Fife and C.J. Oberg. 1999. Water partitioning in Mozzarella cheese and its relationship to cheese meltability. *J. Dairy Sci.*, **82**: 1361-1369.
- Metzger, L. E., D.M. Barbano, M.A. Rudan and P.S. Kinstedt. 2000. Effect of milk preacidification on low fat Mozzarella cheese. I. Composition and yield. *J. Dairy Sci.*, **83** : 648-658.
- _____, D.M. Barbano and P.S. Kinstedt. 2001. Effect of milk preacidification on low fat Mozzarella cheese : III. Post-melt chewiness and whiteness. *J. Dairy Sci.*, **84** : 1357-1366.
- Oommen, B.S., D.J. McMahon, C.J. Oberg, J.R. Broadbent and M. Strickland. 2002. Proteolytic specificity of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* influences functional properties of Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, **85**: 2750-2758.
- 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. Diakses tanggal 17 Desember 2005.
- Rudan, M.A., D.M. Barbano, M.R. Guo, and P.S. Kindstedt. 1998. Effect of the modification of fat particle size by homogenization on composition, proteolysis, functionality, and appearance of reduced fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, **81**: 2065-2076.

- _____, D.M. Barbano, J.J. Yun and P.S. Kindstedt. 1999. Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality and yield of Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, **82**: 661-672.
- 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.
- Spangler, P.L., L.A. Jensen, C.H. Amundson, N.F. Olson and C.G. Hill. 1991. Ultrafiltered Gouda cheese : effect of preacidification, diafiltration, rennet and starter concentration, and time to cut. *J. Dairy Sci.*, **74**: 2809-2819.
- 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 from homogenized milk. *J. Dairy Sci.*, **76**:3621-3628
- USDA. 2005. Commercial Item Description. Cheese, Mozzarella, Lite. The U. S. Department of Agriculture. United State.
- Yun, J.J., D.M. Barbano and P.S. Kindstedt. 1993. Mozzarella cheese : impact of milling pH on chemical composition and proteolysis. *J. Dairy Sci.*, **76** : 3629-3638.
- _____, D.M. Barbano., P.S. Kindstedt and K.L. Larose. 1995. Mozzarella cheese : impact of whey pH at draining on chemical composition, proteolysis and functional properties. *J. Dairy Sci.*, **78** :1-7.
- _____, D.M. Barbano, L.J. Kiely and P.S. Kindstedt. 1995. Mozzarella cheese : impact of rod : Coccus ratio on composition, proteolysis and functional properties. *J. Dairy Sci.*, **78** : 751-760.