

PENGARUH PENGGUNAAN PENGENTAL TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA KEJU MOZARELLA SUSU SAPI

THE EFFECT OF THICKENER ON CHARACTERISTICS OF COW MILK MOZARELLA CHEESE

Sri Usmiati^a, Abubakar^a dan Azmier Adieb^b

^aBalai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 12 Cimanggu, Bogor

^bFood Technology Department, Faculty of Engineering, Bina Nusantara University, Jakarta

Email korespondensi: usmiati_sri@yahoo.co.id

ABSTRAK

Saat ini penggunaan keju mozarella di Indonesia berkembang pesat. Sejumlah titik kritis menentukan mutu mozarella, antara lain total padatan susu yang tinggi, rennet yang aktif, proses *curdling* yang baik, *mild* temperatur saat peregangan/pemuluran (58-65°C). Jika tidak terpenuhi maka mutu mozarella yang dihasilkan kurang baik, antara lain sifat regang yang rendah yang berakibat terhadap kurangnya daya leleh keju. Diperlukan aplikasi bahan pengental berupa hidrokoloid untuk memperbaiki sensori, yaitu memperbaiki sifat kemuluran atau daya leleh mozarella yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisikokimia keju mozarella dengan penambahan hidrokoloid sebagai bahan pengental. Penelitian didesain menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan penambahan hidrokoloid dan satu kontrol tanpa bahan pengental, yaitu: P0 (kontrol); P1 (gellan gum 0,010%); P2 (xhantan gum 0,010%+ gellan gum 0,010%); P3 (pati jagung/maizena 0,125%); dan P4 (susu skim bubuk 0,125%), masing-masing diulang 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keju mozarella susu sapi dengan perlakuan penambahan pengental berupa hidrokoloid pati jagung (maizena) merupakan keju yang memiliki karakteristik terbaik dengan kadar lemak yang cukup baik (12,08%), tingkat *hardness* terendah (150,13 g/mm²), lelehan keju yang lembut, serta kecerahan warna yang baik (L= 88,99).

Kata Kunci: pengental, karakteristik, keju mozarella, susu sapi

ABSTRACT

Sri Usmiati, Abubakar, Azmier Adieb. 2020. The effect of thickener on characteristics of cow milk mozarella cheese.

Nowaday, the use of mozzarella cheese is growing rapidly in Indonesia. A number of critical points determine the quality of mozzarella, including high milk total solids, active rennet, good curdling process, mild temperature during stretching (58-65°C). The quality of the mozzarella produced is not good, among others lack of stretching ability causes low melting ability if the critical points are not fulfilled. The application of a hydrocolloid as thickener is needed to improve the sensory that was better stretching ability of mozzarella. The aim of study was to determine the mozzarella physicochemical characteristics use the addition of hydrocolloid as thickener. The study was designed using a completely randomized design with 4 treatments for addition of hydrocolloid and control without thickener, namely: P0 (control); P1 (gellan gum 0.010%); P2 (0.010% xhantan gum + 0.010% gellan gum); P3 (corn starch 0.125%); and P4 (powdered skim milk 0.125%), each repeated 3 times. The results showed that cow milk mozzarella cheese with the treatment of corn starch (maize starch) as thickener was the best cheese with good fat content (12.08%), the lowest hardness level (150.13 g/mm²), smoothy melted cheese and good colour brightness (L value of 88.99).

Keywords: thickeners, characteristic, mozzarella cheese, cow milk

PENDAHULUAN

Keju merupakan jenis susu fermentasi padat dengan masa simpan yang relatif lama. Telah diketahui umum, bahwa keju merupakan produk yang bergizi tinggi karena dibuat dengan bahan baku susu, mengandung vitamin A, B dan D serta mineral fosfor dan kalsium yang penting untuk tubuh. Keju padat energi, *palatable*, dan mudah dicerna. Keju oleh para vegetarian digunakan sebagai pengganti daging karena tinggi protein.

Berbagai varian keju telah berkembang di seluruh dunia tergantung daerah serta jenis starter yang digunakan. Dari sekian banyak varian keju dunia, keju mozzarella, gouda dan edam merupakan keju non olah yang banyak dikonsumsi di Indonesia. Jenis-jenis keju tersebut banyak digunakan untuk *topping* piza dan martabak, sedangkan gouda biasanya digunakan dalam pembuatan *cookies*, *caustangle*, dan roti.

Keju dibuat dari susu penuh (*whole milk*), susu skim, campuran susu dan krim, atau krim. Secara umum, keju diperoleh melalui proses penggumpalan kasein susu oleh rennet (enzim dari perut ruminansia muda) dengan/tanpa asam dan dengan/tanpa starter membentuk gumpalan susu (*curd*). Untuk menghasilkan *flavor* keju bertekstur keras dan semi keras, *curd* diberi garam kemudian dipres dan dibiarkan beberapa waktu (proses *ripening* atau dekomposisi senyawa), sedangkan untuk keju lunak diperoleh dari *curd* yang dipanaskan contohnya mozzarella. Saat ini penggunaan mozzarella pada berbagai kuliner berkembang pesat di Indonesia. Keju ini umumnya digunakan sebagai *topping* piza. Lelehan keju mozzarella yang dapat membentuk serabut-serabut ketika dipanaskan tidak dimiliki oleh keju lain dan memiliki nilai gizi dan rasa yang baik¹.

Keju mozzarella dapat dibuat secara konvensional maupun dengan mesin *stretcher*. Sejumlah titik kritis berperan dalam menentukan mutu mozzarella yang baik, antara lain total padatan susu yang tinggi (minimal 12%), rennet yang aktif, proses *curdling* yang baik, *mild* temperatur saat *stretching* (peregangan / pemuluran) berkisar 58-65°C. Jika faktor tersebut tidak terpenuhi, biasanya mutu mozzarella kurang baik misalnya sifat *melting* (meleleh) atau *meltability* yang rendah. *Meltability* merupakan kemampuan partikel keju untuk mengalir bersama dan membentuk lelehan kontinyus yang seragam². Untuk mengatasi masalah tersebut, antara lain diperlukan aplikasi bahan pengental berupa hidrokoloid. Hal ini karena kemampuan hidrokoloid untuk memodifikasi sifat *rheologi* utama sistem pangan, yaitu sifat mengalir (kekentalan) dan sifat padat mekanis.

Dengan modifikasi ini, membantu memperbaiki sifat sensori pangan³. Adanya interaksi granular dan molekular di dalamnya menjadikan hidrokoloid digunakan sebagai agen penggumpal, pengental, penstabil, dan fungsi lainnya⁴. Pada mozzarella, penambahan hidrokoloid ini memungkinkan untuk meningkatkan daya lelehnya. Penggunaan hidrokoloid untuk memperbaiki kualitas sensori mozzarella menggunakan pati jagung, xantan gum, guar gum, tapioka, pati beras telah dilakukan oleh⁵ dan penggunaan xantan gum oleh⁶ pada mozzarella rendah lemak.

Hidrokoloid merupakan gugus heterogen dari polimer rantai panjang (polisakarida, protein) yang bersifat membentuk dispersi kental dan/atau gel saat dilarutkan dalam air³. Banyaknya gugus hidroksil (-OH) dapat meningkatkan afinitas pengikatan molekul air sehingga merupakan senyawa hidrofilik.

Beberapa hidrokoloid yang sering digunakan dalam aplikasi pangan antara lain susu skim, pati jagung (maizena), xantan dan gellan gum. Pati merupakan hidrokoloid yang paling umum digunakan karena murah, tersedia banyak, dan tidak nyata mempengaruhi rasa³. Xantan gum merupakan hidrokoloid yang sangat larut (cepat terhidrasi) dalam air panas maupun dingin membentuk larutan yang sangat kental pada konsentrasi rendah. Gellan gum merupakan hidrokoloid yang dapat dibedakan atas *high acyl* gellan gum dan *low acyl* gellan gum. Pada bentuk *low acyl*, walaupun dengan penggunaan sedikit gellan gum membentuk gel yang kuat dan tampak jernih, gelnya kuat, dapat dipotong-potong, dan stabil terhadap panas. Sebaliknya, dalam bentuk *high acyl*, gellan gum menghasilkan gel yang lembut dan elastis. Gel terbentuk pada suhu yang relatif tinggi. Hidrokoloid protein berupa susu skim merupakan bagian non lemak dari susu, termasuk di dalamnya kasein susu. Keseluruhan komponen gizi pada susu skim tidak dipisahkan, kecuali lemak dan vitamin yang larut dalam lemak. Melalui proses pemanasan suhu pasteurisasi (60-65°C), kasein susu membentuk gel yang sangat lembut. Dengan uraian tersebut, sifat-sifat tekstural (misalnya elastis atau kaku) dari gel bervariasi cukup luas tergantung hidrokoloid yang digunakan.

Hingga saat ini, belum ditemukan laporan mengenai penggunaan hidrokoloid dalam pembuatan keju mozzarella susu sapi, serta parameter pengukuran panjang pelelehan dan sifat fisik berdasarkan pengukuran menggunakan *texture analyzer*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat keju mozzarella dengan penambahan hidrokoloid sebagai bahan pengental.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian dilakukan di laboratorium pengembangan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian pada tahun 2018. Bahan-bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu sapi segar (dari peternakan J'rami farm, Pondok Rumpit-Bogor), rennet komersial, asam sitrat, starter keju, dan air es. Bahan untuk perlakuan berupa bahan pengental (maizena, gellan gum, xhantan gum, susu skim bubuk), serta bahan kimia untuk analisis kadar lemak keju mozzarella yaitu heksan dan asam klorida.

Peralatan yang digunakan meliputi alat-alat pembuatan keju mozzarella (panci, wajan teflon, pengaduk kayu, termometer, gelas ukur, pisau, saringan, loyang, kompor gas). Selain itu alat-alat untuk analisis mutu berupa *texture analyzer*, *chromameter*, serta seperangkat alat analisis kadar lemak dan kadar air yang meliputi erlenmeyer, bulb, pipet ukur, penangas, kertas saring corong, penjepit, *soxhlet*, oven, dan tatakan aluminium.

Metode

Pengukuran Parameter Mutu Keju

Pengukuran kadar lemak dan kadar air dilakukan dengan metode⁷, analisis warna menggunakan alat *chromameter*, dan analisis tekstur menggunakan alat *texture analyzer*.

Metode Pembuatan Mozarella Susu Sapi

Pembuatan keju mozzarella mengikuti metode⁸ diawali oleh pasteurisasi susu sapi pada suhu 65°C selama 30 menit. Pembuatan mozzarella susu sapi disajikan pada Gambar 1. Mozarella kemudian dianalisa atas sifat fisik (tekstur, warna) dan sifat kimia (kadar lemak dan kadar air).

Desain Penelitian

Pembuatan mozzarella penelitian ini didesain dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan, masing-masing diulang 3 kali. Perlakuan penelitian meliputi:

P0 = Kontrol (tanpa bahan pengental)

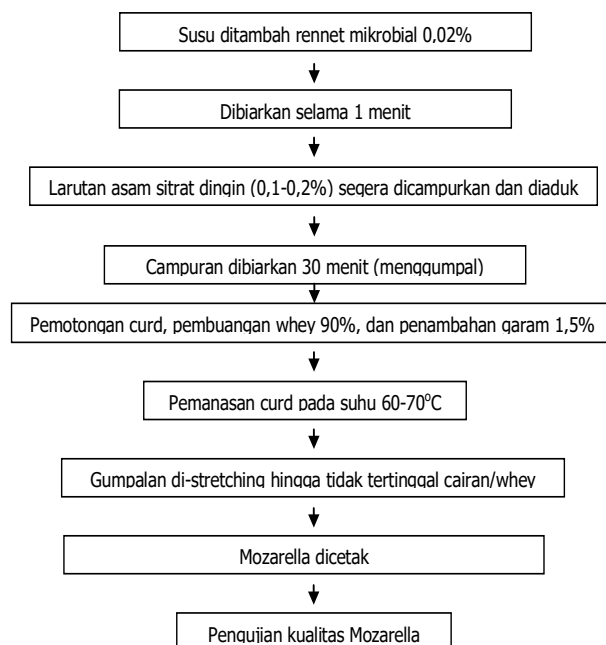
P1 = Gellan gum 0,010%

P2 = Maizena 0,125%

P3 = Susu skim 0,125%

P4 = Xhantan gum 0,010%+ gellan gum 0,010%

Penentuan persentase masing-masing perlakuan didasarkan pada hasil penelitian pendahuluan. Konsentrasi percobaan pendahuluan adalah gellan gum



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan keju mozzarella

Figure 1. Flowchart of processing of mozzarella cheese making

(0,005-0,015%), xhantan gum (0,005-0,015%), pati jagung (0,100-0,130%), dan susu skim (0,100-0,130%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk memperoleh kondisi terbaik pembuatan mozzarella. Konsentrasi percobaan gellan gum (0,005-0,015%), xhantan gum (0,005-0,015%), pati jagung (0,100-0,130%), dan susu skim (0,100-0,130%). Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa penggunaan gellan gum dan xhantan gum pada konsentrasi maksimal 0,015% menghasilkan tekstur keju yang keras dan pejal dengan waktu pelelehan yang lama (lebih dari 4 menit) dan lelehan keju yang pendek (tidak mulur). Demikian pula, penggunaan susu skim dan pati jagung pada konsentrasi maksimal 0,130% menghasilkan keju yang padat dengan tekstur lebih keras dengan waktu leleh yang lama serta kurang mulur. Dengan demikian maka, perlakuan penambahan bahan pengental adalah gellan gum 0,010% (P1), maizena 0,125% (P2), susu skim 0,125% (P3), dan kombinasi xhantan gum 0,010%+ gellan gum 0,010% (P4) (Tabel 1).

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan juga diperoleh kondisi bahwa dengan volume susu sapi 4 liter setiap perlakuan diperoleh lama waktu *stretching* 3 menit untuk memperoleh tekstur mozzarella yang lembut

(Tabel 1). Waktu *stretching* yang lama menghasilkan keju dengan tekstur keju keras, paparan panas yang lama menyebabkan cairan whey keluar dari matriks *curd*.

Penelitian Utama

Kadar lemak dan kadar air

Kondisi-kondisi proses yang telah diperoleh pada penelitian pendahuluan kemudian digunakan pada penelitian utama. Pengukuran terhadap kadar lemak dan kadar air keju mozzarella hasilnya disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan penambahan hidrokoloid memberikan pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kadar lemak dan kadar air keju mozzarella susu sapi.

Berdasarkan uji Duncan, tampak bahwa kadar lemak mozzarella kontrol (11,95%) dan penambahan pati jagung (12,08%) nyata ($P<0,05$) lebih tinggi dibandingkan penggunaan gellan gum (11,02%), susu skim (10,47%) dan xhantan+gellan gum (10,97%) (Tabel 2). Hal ini kemungkinan ikatan ionik matriks *curd* terganggu oleh banyaknya gugus hidroksil bebas dari hidrokoloid gellan gum dan xhantan gum sehingga matriks menjadi longgar dan sebagian lemak keluar bersama molekul air yang baru terbentuk (sifat hidrofilik hidrokoloid). Rendahnya kadar lemak keju mozzarella menggunakan susu skim (P3) dikarenakan susu skim telah diproses pengurangan komponen lemak. Kadar lemak susu sapi, aplikasi suhu

proses, dan konsentrasi asam sitrat merupakan faktor yang juga turut mempengaruhi kadar lemak mozzarella. Penggunaan susu sapi dengan kadar lemak tinggi akan menghasilkan kadar lemak mozzarella yang tinggi. Aplikasi suhu proses yang tinggi ($>80^{\circ}\text{C}$) menyebabkan keluarnya lemak dari matriks *curd*⁹, sehingga kadar lemak keju menjadi rendah. Penggunaan konsentrasi asam sitrat pada kisaran 0,16-0,20% menghasilkan kadar lemak mozzarella susu sapi 10,013-13,121%, sedangkan penggunaan asam sitrat 0,13% hanya menghasilkan kadar lemak keju 5,267%⁹.

Hasil penelitian Sunarya¹⁰, kadar lemak mozzarella menggunakan susu sapi adalah 26,78%, sedangkan susu kerbau adalah 23,16%. Kadar lemak keju mozzarella hasil penelitian ini lebih rendah dibanding hasil penelitian Sunarya¹⁰, namun serupa dengan kisaran nilai kadar lemak yang dihasilkan oleh penelitian Komar⁹ dengan penggunaan asam sitrat 0,20%.

Kadar lemak pada mozzarella merupakan sifat yang sangat penting, berkontribusi terhadap sifat fungsional seperti tekstur, rasa, penampakan dan daya leleh¹¹. Pada saat peregangan (*stretching*) *curd*, mikrostruktur mozzarella berbeda dengan keju lainnya. Hal ini karena struktur globula lemak, yang terdistribusi pada matriks kasein, berada dalam rongga-rongga bersama dengan air¹². Lemak masuk ke dalam matriks protein sehingga menimbulkan ruang dimana serum dalam jumlah

Tabel 1. Kondisi dalam pembuatan keju mozzarella susu sapi

Table 1. The condition of cow milk mozzarella cheese making

Volume susu/ <i>milk volume</i> (L)	Lama peregangan / <i>stretching duration</i> (menit/minute)	Suhu pemanasan/ <i>heating temperature</i>	Bahan pengental/ <i>thickener</i>	Konsentrasi/ <i>concentration</i> (%)
4	3	68	Tanpa hidrokoloid	-
4	3	68	Susu skim	0,125
4	3	68	Gellan gum	0,010
4	3	68	Xhantan gum+Gellan gum	@0,010
4	3	68	Maizena	0,125

Tabel 2. Pengaruh penambahan hidrokoloid terhadap kadar lemak dan kadar air mozzarella

Table 2 The effect of hydrocolloids addition on fat content and moisture of mozzarella

Perlakuan/ <i>treatments</i>	Kadar Lemak / <i>fat content</i> (%)	Kadar Air/ <i>moisture</i> (%)
Kontrol/control	11,95 ^a	51,15 ^b
Gellan gum	11,02 ^b	51,92 ^b
Maizena	12,08 ^a	48,72 ^b
Skim	10,47 ^b	54,55 ^a
Xhantan gum+gellan gum	10,97 ^b	51,15 ^b

Keterangan/remark:

Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$)

Numbers followed by different letters in the same column showed significant difference ($P<0.05$)

banyak menjadi tertahan¹¹. Akibatnya, lemak nyata mempengaruhi *hardness*, *gumminess*, *meltability* dan *chewiness* mozarella¹¹.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan hidrokoloid memberikan pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kadar air keju mozarella. Dari uji Duncan, tampak bahwa kadar air keju mozarella menggunakan susu skim adalah nyata ($P<0,05$) tertinggi (54,55%) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini kemungkinan karena komponen terbesar susu skim merupakan protein. Kasein susu yang menggumpal saat pH turun (penambahan asam) berasal dari susu sapi maupun dari skim sebagai salah satu pengental (*thickener*) yang digunakan. Pada saat terkoagulasi, semakin banyak terbentuk cairan *whey* (bagian protein non kasein yang larut bersama molekul air). Kuatnya ikatan ionik karena kasein susu yang lebih banyak, dapat menahan air di dalam matriks *curd* sehingga terukur sebagai kadar air. Pada koagulasi dengan asam, tampaknya kemampuan *curd* untuk menahan air semakin besar.

Pada pembuatan keju mozarella tidak dilakukan proses pengepresan produk akhir sehingga kadar air terukur relatif tinggi dibandingkan keju semi padat dan padat. Hasil penelitian oleh Komar⁹ menunjukkan kadar air keju mozarella susu sapi berkisar 44,635-45,204%, sedangkan pada penelitian oleh Sunarya¹⁰ dihasilkan kadar air mozarella 41,76%. Dengan demikian kadar air keju mozarella hasil penelitian ini relatif sama dengan hasil penelitian tersebut.

Pada mozarella, air terikat merupakan fraksi yang tertahan dalam protein. Fraksi terikat ini tidak memiliki fungsi pelarut dan juga tidak dapat membeku¹³. Air yang terjepap berhubungan dengan fraksi air yang terikat dalam struktur protein dan tidak dapat dikeluarkan melalui sentrifugasi¹¹. Sementara itu, air bebas merupakan fraksi air yang bebas bergerak dalam struktur keju dan dapat

dipisahkan melalui sentrifugasi. Dengan demikian air dalam mozarella terdapat dalam bentuk bebas atau terikat dalam protein. Pada mozarella, air berada pada fase kontinyu yang terdispersi dalam suatu pori-pori matriks kasein^{11, 14}. Namun, secepatnya diikuti oleh pembentukan sejumlah air bebas di dalam rongga-rongga. Setelah terbentuk maka ada hubungan dinamis diantara matriks kasein dan fase serum dalam mozarella¹¹.

Tekstur mozarella

Kualitas keju mozarella juga diukur berdasarkan teksturnya. Ciri-ciri keju mozzarella yang berkualitas baik antara lain elastis, tidak berserabut dan lunak. Hasil pengukuran tekstur mozzarella disajikan pada Tabel 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan hidrokoloid memberikan pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap tekstur (*hardness*, *fracturability*, *adhesiveness*, *adhesiveness force*, *deformation*) keju mozarella. Hasil penelitian oleh Solowiej¹⁵, *hardness*, *adhesiveness*, *cohesiveness* dan viskositas dipengaruhi oleh konsentrasi penggunaan bahan tambahan seperti protein dan pati.

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa penambahan kombinasi xhantan gum+gellan gum memiliki tingkat *hardness* nyata ($P<0,05$) tertinggi (157,37 g/mm²) dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 3). Hal ini kemungkinan gellan gum yang digunakan dalam kombinasi xhantan+gellan gum berbentuk *low acyl*, karena dengan penggunaan sedikit saja dapat membentuk gel yang kuat, sehingga keju menjadi keras dan kurang mulur saat peregangan. Hasil yang serupa pada penggunaan gellan gum tunggal, tingkat *hardness* mozarella juga tinggi (155,33 g/mm²), namun saat peregangan menghasilkan keju yang lebih mudah mulur. Nilai *hardness* yang setingkat (tidak berbeda nyata) dengan pemberian gellan gum tunggal yaitu menggunakan

Tabel 3. Pengaruh penambahan hidrokoloid terhadap tekstur keju mozarella
Table 3. The effect of hydrocolloid addition on mozarella texture

Perlakuan/ <i>treatments</i>	Kekerasan/ <i>Hardness</i> (g/mm ²)	Kerapuhan/ <i>Fracturability</i> (g/mm ²)	Daya rekat/ <i>Adhesiveness force</i> (g.s)	Perubahan bentuk/ <i>Deformation</i> (mm/menit)
Kontrol/ <i>control</i>	151,80 ^b	153,00 ^b	0,23 ^c	0,57 ^b
Gellan gum	155,33 ^c	156,11 ^c	0,24 ^c	0,57 ^b
Maizena	150,13 ^a	150,11 ^a	0,14 ^b	0,56 ^{ab}
Skim	154,28 ^c	156,33 ^c	0,20 ^{bc}	0,55 ^a
Xhantan gum+gellan gum	157,37 ^d	163,89 ^d	0,03 ^a	0,59 ^c

Keterangan/*remark*:

Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$)

Numbers followed by different letters in the same column showed significant difference ($P<0.05$)

penambahan susu skim ($154,28 \text{ g/mm}^2$). Dengan penambahan skim (mengandung biopolimer golongan protein), maka dihasilkan sifat keju yang pejal sehingga keju menjadi keras. Namun tekstur keju menjadi lembut saat pelelehan. Hal ini karena atom-atom kalsium yang bersatu dengan molekul kasein (membentuk gumpalan) saat mengalami pemanasan, gumpalan mengandung kalsium ini larut dan terpisah dengan molekul kaseinnya. Molekul ini elastis dan menjadi serat-serat menyerupai tali saat dipanaskan membentuk lelehan berserat.

Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh tingkat *hardness* keju mozarella dengan penambahan maizena yaitu $150,13 \text{ g/mm}^2$. Pati jagung merupakan pati pembentuk sifat *smoothy* (kelembutan) produk sehingga menghasilkan keju yang sangat lembut saat pelelehan. Tingkat *hardness* (kekerasan) mozarella tanpa hidrokoloid juga relatif sama dengan menggunakan susu skim.

Hasil *hardness* sejalan dengan pengukuran parameter *fracturability*. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Objek yang bersifat keras, pada saat jarum alat analisis tekstur (*texture analyzer*) mengukur tingkat *hardness* (kekerasan), maka akan menunjukkan fenomena kecenderungan objek menjadi retak (*fracture*) di sekitar titik ukur. Dengan demikian, hasil uji Duncan pada tingkat *hardness* dengan *fracturability* adalah sejalan (sama) (Tabel 3).

Berdasarkan uji Duncan, sifat *adhesiveness force* mozarella menggunakan gellan gum, kontrol dan susu skim nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi (masing-masing 0,24 gs; 0,20 gs; dan 0,23 gs) dibandingkan menggunakan maizena (0,14 gs) dan kombinasi xhantan+gellan gum (0,03 gs) (Tabel 3). Gellan gum *low acyl* dapat membentuk gel kuat dan sehingga mudah dipotong-potong. Dengan kuatnya ikatan ionik dalam matriks gel maka akan memiliki sifat *adhesiveness force* yang tinggi. Begitupun keju mozarella menggunakan susu skim,

komponen protein susu mampu membentuk gel kuat hasil peregangan dan memberikan *adhesiveness force* yang tinggi dan tidak berbeda dengan mozarella menggunakan gellan gum dan kontrol. Tingkat kerekatan mozarella menggunakan gellan gum yang dikombinasikan dengan xhantan gum menunjukkan sifat yang berbeda dengan penggunaan gellan gum tunggal. Daya rekatnya menjadi sangat kecil karena xhantan gum merupakan hidrokoloid yang sangat larut (cepat terhidrasi) dan bersifat sangat hidrofilik. Hal ini juga ditunjukkan oleh kadar air yang relatif tinggi (Tabel 2).

Tekstur mozzarella juga diukur dari perubahan bentuk (*deformation*). Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa penambahan kombinasi xhantan gum+gellan gum memiliki tingkat perubahan bentuk yang nyata ($P < 0,05$) paling tinggi (0,59 mm/menit), sedangkan perubahan bentuk pada keju mozarella menggunakan skim adalah yang terendah (0,55 mm/menit). Hal ini dapat dijelaskan bahwa mozarella dengan perlakuan kombinasi xhantan gum+gellan gum saat diukur menunjukkan tingkat *hardness* yang tinggi dan sangat rapuh. Dengan demikian, antara tingkat *hardness* dengan kerapuhan memiliki nilai berbanding lurus, semakin tinggi tingkat kekerasan maka keju semakin rapuh (mudah retak) artinya semakin mudah berubah bentuk. Di lain pihak, dengan menggunakan susu skim perubahan bentuk pada keju mozarella adalah paling lama, berarti keju tidak rapuh karena memiliki kadar air yang tertinggi (Tabel 2). Menurut pendapat Komar⁹, kadar air merupakan faktor penting untuk menentukan tekstur keju. Fenomena *deformation* yang serupa dimiliki oleh keju yang menggunakan maizena (Tabel 3).

Penelitian sifat elongasi mozarella merupakan teknologi dan ilmu yang penting. Elongasi atau pemanjangan serat protein dan agregasi globula lemak serta kumpulan cairan lemak yang membentuk peregangan (*stretching*)^{16, 17}. Sifat elongasi menentukan



Gambar 2. Panjang regangan mozarella: (i) 65 cm (tanpa hidrokoloid); (ii) 63 cm (gellan gum); (iii) 60 cm (maizena); (iv) 70 cm (susu skim); dan (v) 30 cm (xhantan+gellan gum)

Figure 2. Mozzarella stretch length: (i) 65 cm (without hydrocolloid); (ii) 63 cm (gellan gum); (iii) 60 cm (corn starch); (iv) 70 cm (skim milk); and (v) 30 cm (xhantan+gellan gum combinations).

kualitas keju pada sejumlah penggunaan bahan tambahan. Peningkatan penggunaan keju sebagai komponen pangan, perhatian terhadap sifat elongasi saat inipun berkembang. Laporan pertama dipublikasikan dengan tujuan untuk mengukur kemampuan mulur mozarella menggunakan sebuah alat uji untuk mengevaluasi kemampuan berpilin bahan polimer¹⁸. Lebih lanjut dijelaskan bahwa prosedur pengujian elongasi (panjang regangan) biaxial (*squeeze flow*) untuk menghitung elongasi kekentalan keju mozarella. Pada penelitian ini, sifat elongasi mozarella dengan aplikasi penambahan hidrokoloid diukur menggunakan penggaris saat proses *stretching* (Gambar 2).

Berdasarkan Gambar 2, tampak bahwa mozarella menggunakan susu skim memiliki ukuran meregang lebih panjang (lebih mulur) dibandingkan perlakuan lainnya. Sementara ukuran regangan terpendek adalah keju menggunakan kombinasi xhantan + gellan gum. Hal ini kemungkinan karena Xhantan gum merupakan hidrokoloid yang dapat membentuk larutan yang sangat kental pada konsentrasi rendah³. Dengan sifat gelifikasi yang tinggi tersebut, menyebabkan daya regangan yang pendek. Penelitian oleh Kiiru¹⁹, dengan menggunakan hidrokoloid berupa gum arab 3%, *stretchability* mozzarella menjadi lebih baik.

Stretching atau peregangannya merupakan proses yang terjadi saat *curd* diberi perlakuan termomekanik berupa kombinasi geser dan tekan hingga bersifat plastis. Proses ini membuat struktur unik mozarella dan tekstur berserat¹². Plastisisasi dan *stretching* dapat terjadi karena jumlah kasein yang berikatan dengan kalsium mengalami perubahan oleh total kadar kalsium dan pH *curd*²⁰. Kemampuan plastisisasi ditentukan oleh banyaknya kasein yang berikatan dengan kalsium fosfat berikatan silang dengan matriks parakasein amorf saat *curd* dipanaskan. Terdapat dua kondisi kunci yang diperlukan

untuk mengontrol peregangannya *curd* yang optimal, pertama adalah kesesuaian asam dan demineralisasi, dan kedua adalah transfer panas selama proses peregangannya.

Selama proses *stretching*, matriks *amorf* parakasein *curd* berubah memanjang menjadi serat yang sejajar dengan saluran-saluran globula lemak dan serum bebas diantaranya. Saluran serum mengandung air, residu protein, mineral, globula lemak, dan sel mikroba¹¹. Pemanasan selama proses peregangannya mengurangi aktivitas rennet sisa dalam *curd* yang menurunkan aktivitas lanjutan proteolisis utama selama pematangannya.

Secara umum, penggunaan hidrokoloid dalam pembuatan mozzarella menghasilkan karakteristik produk yang dihasilkan, seperti yang dilaporkan oleh Kindstedt²¹. Penggunaan berbagai tingkat hidrokoloid guar gum dan xhantan gum berpengaruh terhadap tekstur dan sifat sensori, terutama pada mozzarella rendah lemak.

Karakteristik warna mozzarella

Hasil pengukuran terhadap warna mozzarella disajikan pada Tabel 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan hidrokoloid nyata ($P < 0,05$) mempengaruhi profil warna (kecerahan/L, kemerahan-kekuningan/a, kebiruan-kehijauan/b) keju mozzarella. Peningkatan nilai a dan b menandakan adanya gradasi warna keju yang cenderung berubah ke arah warna merah (nilai a) atau biru (nilai b).

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan *chromameter*, kecerahan (L) warna mozzarella menggunakan susu skim dan maizena menunjukkan tingkat kecerahan yang nyata ($P < 0,05$) berbeda (91,46 dan 88,99) dengan penggunaan gellan gum (80,22) dan kombinasi xhantan+gellan gum (87,06) serta tanpa hidrokoloid (85,34) (Tabel 4). Susu skim bubuk

Tabel 4. Pengaruh penambahan hidrokoloid terhadap profil warna keju mozzarella
Table 4. The effect hydrocolloid addition on mozzarella colour profile

Perlakuan/ <i>treatments</i>	L (Kecerdahan)/ <i>brightness</i>	a (Merah+Hijau)/ <i>Red chromatic</i>	B (Kuning+Biru)/ <i>Blue chromatic</i>
Kontrol/control	85,34 ^c	-5,52 ^d	21,17 ^a
Gellan gum	80,22 ^d	-4,6 ^{3b}	17,45 ^c
Maizena	88,99 ^{ab}	-5,19 ^c	18,60 ^b
Skim	91,46 ^a	-3,85 ^a	14,35 ^d
Xhantan gum+gellan gum	87,06 ^{bc}	-5,71 ^d	18,33 ^b

Keterangan/*remark*:

Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Numbers followed by different letters in the same column showed significant difference ($P < 0.05$)

berwarna *creamy white* cerah dan maizena berwarna *cream* cerah sehingga mozzarella yang dihasilkan juga berwarna cerah. Warna yang lebih cerah pada mozzarella menggunakan kombinasi xhantan + gellan gum serupa dengan menggunakan maizena. Tampak bahwa walaupun mengandung gellan gum yang pada penggunaan tunggal menunjukkan kecerahan terendah (80,22), namun pada kombinasinya dengan xhantan gum menjadi lebih cerah. Hal ini berarti pembawa kecerahan pada mozzarella adalah xhantan gum.

Pada warna *chromatic* merah hijau (nilai a), tampak bahwa dengan penambahan susu skim keju memiliki warna merah yang nyata ($P < 0,05$) paling rendah (-3,85) dibanding perlakuan lainnya (Tabel 4). Hal ini karena susu skim bubuk berwarna *creamy white* (putih cenderung krem), sehingga terjadi gradasi warna dari hijau ke arah merah. Sementara itu, keju menggunakan maizena dan tanpa hidrokoloid (kontrol) menunjukkan warna krem, memiliki nilai a yang cenderung menjauhi warna merah yaitu masing-masing (-5,19) dan (-5,52). Mozzarella dengan kombinasi xhantan+gellan gum memiliki kecenderungan ke arah warna merah (-5,71) dibandingkan menggunakan gellan gum tunggal (-4,63) yang cenderung ke arah hijau, artinya pada penggunaan kombinasi maka kehadiran xhantan gum menjauhi *chromatic* merah.

Berdasarkan *chromatic* warna kuning biru (nilai b) menunjukkan bahwa mozzarella tanpa penambahan hidrokoloid (kontrol) nyata ($P < 0,05$) memiliki nilai b tertinggi (21,17) dibandingkan keju yang ditambah hidrokoloid (Tabel 4). Hal ini karena susu sapi memiliki warna alami selain putih kemungkinan dipengaruhi pula oleh *chromatic* warna hijauan pakan yang diberikan kepada ternak sapi perah. Secara visual, susu sapi segar tampak putih kebiruan. Sebaliknya, pada keju menggunakan susu skim dengan warna *creamy white*, hasilnya menunjukkan warna kurang biru atau lebih ke arah kuning (14,35). Pada mozzarella dengan maizena, kombinasi xhantan+gellan gum, serta gellan gum tunggal, hasil pengukuran menunjukkan intensitas warna ke arah biru (menjauhi warna kuning). Tampak bahwa keju dengan gellan gum dan kombinasinya dengan xhantan gum, menunjukkan bahwa xhantan gum yang menyebabkan *chromatic* warna biru, sejalan dengan hasil pada nilai a yang menjauhi warna merah.

KESIMPULAN

Keju mozzarella dari susu sapi dengan perlakuan penambahan pengental berupa hidrokoloid pati jagung (maizena) merupakan keju yang memiliki karakteristik

terbaik dengan kadar lemak yang cukup baik (12,08%), tingkat *hardness* terendah (150,13 g/mm²), lelehan keju yang *smoothy*, serta kecerahan warna yang baik ($L=88,99$).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Badan Litbang Pertanian atas anggaran yang telah dialokasi untuk penelitian ini melalui DIPA Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian TA 2018. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Nabila Putri Albani alumni *Food Technology, Faculty of Engineering, Bina Nusantara University*, Jakarta, yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

CONTRIBUTIONSHIP

Penulis pertama merupakan penulis utama, sedangkan penulis kedua dan ketiga sebagai kontributor anggota.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sameen A, Anjum FM, Huma N, Nawaz H. Quality evaluation of mozzarella cheese from different milk sources. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2008; 7(6): 753-756.
2. Hamad MNF, Abdel-Kader YI, El-Metwally MMM. Mozzarella cheese from cow milk and palm oil. *Egypt Journal of Applied Science*. 2017; 32(9): 233-254.
3. Saha D, Bhattacharya S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: critical review. *Journal Food Sci. Technol*. 2010; 47(6):587-597.
4. Fonseca-Florida HA, Castro-Rosas J, Hernandez-Hernandez E, Mata-Padillac JM, Velazquez G, Avila-Orta CA, Rodriguez-Hernandez AI, Gomez-Aldapab CA. Structural properties of waxy corn and potato starch blends in excess water. *International Journal of Food Properties*. 2017; 20(S1): S353-S365.
5. Oberg EN, Oberg CJ, Motawee MM, Martini S, MacMahon DJ. Increasing stringiness of low-fat mozzarella string cheese using polysaccharides. *J. Dairy Sci*. 2015; 98: 4243-4254.
6. Shendi EG, Asl AK, Mortazavi A, Tawakulipor H, Afshari H, Abadi AG. The effect of xhantan gum on improving texture and rheological properties of Iranian low fat cheese. *Middle-east Journal of Scientific Res*. 2010; 6(4): 346-353.
7. Association of Official Analytical Chemist (AOAC). *Official Methods of Analysis*. 21th ed. Washington, DC. 2016.
8. Usmiati S, Juniawati, Budiyanto A, Abubakar, Wahyudi M, Hikmawati I, Haerani C, Triyono. Peningkatan nilai tambah

Pengaruh Penggunaan Pengental Terhadap Karakteristik Fisikokimia Keju Mozzarella Susu Sapi
(Sri Usmiati, Abubakar dan Azmier Adieb)

- produk olahan susu di sentra produksi melalui penerapan inovasi starter dan rennet indigenus. Laporan Akhir Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. 2018; (P): 17-18.
9. Komar N, Hawa LC, Prastiwi R. Karakteristik termal produk keju mozzarella (kajian konsentrasi asam sitrat). Jurnal Teknologi Pertanian. 2009; 10(2): 78-87.
 10. Sunarya H, Legowo AM, Sambodho P. Kadar air, kadar lemak dan tekstur keju mozzarella dari susu kerbau, susu sapi dan kombinasinya. Animal Agriculture Journal. 2016; 5(3):17-22.
 11. Smith JR. Assessment of Structure and Component Mobility within Mozzarella Cheese. A Thesis. New Zealand: Food Technology, Massey University; 2013.
 12. Ribero GG, Rubiolo AC, Zorrilla SE. Microstructure of mozzarella cheese as affected by the immersion freezing in NaCl solutions and by the frozen storage. Journal of Food Engineering. 2009; 91(4): 516-520.
 13. Rowney MK, Roupas P, Hickey MW, Everett DW. Salt-induced structural changes in 1-day old mozzarella cheese and the impact free oil formation. International Dairy Journal. 2004; 14(9): 809-816.
 14. Guo MR, Kindstedt PS. Age-related changes in the water phase of mozzarella cheese. Journal of Dairy Science. 1995; 78(10): 2099-2107.
 15. Sołowiej B, Dylewska A, Kowalczyk D, Sujka M, Tomczyn'ska-Mleko M, Mleko S. The effect of pH and modified maize starches on texture, rheological properties and meltability of acid casein processed cheese analogues. Eur Food Res Technol. 2016; (242):1577-1585.
 16. Ahmed NS, El-Gawad MAM; El-Abd MM, Abd-Rabou NS. Properties of buffalo Mozzarella cheese as affected by type of coagulant. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 2011; 10(3): 339-357.
 17. Abd-El-Gawad MAM, Ahmed NS, El-Abd MM, El-Rafee SA. Effect of homogenization on the properties and microstructure of mozzarella cheese from buffalo milk. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 2012; 11(2): 121-135.
 18. Ak MM, Gunasekaran S. Measuring elongational properties of mozzarella cheese. Journal of Texture Studies. 1995; (26): 147-160.
 19. Kiiru SN, Mahungu SM, Omwamba M. Preparation and analysis of goat milk mozzarella cheese containing soluble fiber from *Acacia Senegal* var. *kerensis*. African Journal of Food Sciencede. 2018; 12(3): 46-53
 20. Kindstedt, PS, M Caric, S Milanovic. Pasta-filata Cheese. In. PF Fox, PLH McSweeney, TM Cogan, TP Guinee (Eds.), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 2004; (2): 251-277.
 21. Sattar MU, Sameen A, Huma N, Shahid M. Exploit fat mimetic potential of different hydrocolloids in low fat mozzarella cheese. Journal of Food and Nutrition Research. 2015; 3(8): 518-525.