

Pengaruh Penambahan Kalsium Karbonat (Sherly Novita Lesmana, dkk)

PENGARUH PENAMBAHAN KALSIUM KARBONAT SEBAGAI FORTIFIKAN KALSIUM TERHADAP SIFAT FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK PERMEN JELI SUSU

Sherly Novita Lesmana¹⁾, Thomas Indarto Putut S.²⁾, dan Netty Kusumawati²⁾

¹⁾ Alumni Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Unika Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar Tetap Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Unika Widya Mandala Surabaya

ABSTRACT

Jelly candy is a candy consist of sucrose, glucose, acid and gel performing material with a texture and certain elasticity. Calcium fortification will become added value on the product. Calcium needed on the bone performing and to prevent the osteoporosis. Protein and vitamin D contain from milk in milk jelly candy will increase the absorption of calcium on the body. The calcium carbonate adding will affect on jelly candy pH. pH will affect on the jelly performing which it can affect texture. Calcium can bound with protein perform calcium bridge which is strenghten texture. Un-solved of calcium will produce “chalky mouthfeel”, gritty in the mount and opaque appearance. This study will examine the effect of the difference of the adding calcium carbonate toward physic, chemical and sensory characteristic on the milk jelly candy and can be accepted by consumers.

Milk jelly candy contain calcium which it made from gelatin mix, sucrose, glucose syrup, water, full cream powder milk and calcium carbonate. This study had done by the making of the milk jelly candy with variation on the adding of calcium carbonate. The study design were used is Group Randomized Design with single factor contain one factor: 4 level of calcium carbonate concentration (0,77%; 1,53%;2,30%;3,06%) with 6 replication. The examination including physical characteristic (texture, color), chemical characteristic (water content, pH, calcium content) and organoleptics (texture, taste, mouthfeel, colour). Organoleptics test using Completely Randomized Design contain 4 level of calcium carbonate concentration (0,77%; 1,53%;2,30%;3,06%) with 80 panelis. The obtained data came from the observation results then had been analyzed statistically by ANOVA test $\alpha=5\%$. If the ANOVA shows the difference, then would be continued by Duncan Multiple Range Test. The best optional with weighing test. The parameter have been choose for the weighing test is organoleptics (texture, taste, mouthfeel, color).

The result shows that different level of calcium carbonate gave significant differences of moisture content, pH, elasticity, compresibility, brightness, hedonic range of colour, taste, texture milk jelly candy, but did not gave significant differences of hedonic range of mouthfeel. The higher level of calcium carbonate, decreased moisture content of milk jelly candy, while pH, elsticity, compresibility, brightness were increase. The best fortification level of milk jelly candy was 3,06%, which gave hedonic score (organoleptics) of colour 5,77; taste 5,20; texture 5,20; mouthfeel 5,18; moisture content 15,85%, pH 7,80, compresibility 270,58 N/20mm, elasticity 4,92 N/50mm, brightness 59,15, calsium level 1,22%.

Key words : calcium fortificant, milk jelly candy

PENDAHULUAN

Permen jeli merupakan permen yang dibuat dari sukrosa, glukosa, asam, dan bahan pembentuk gel yang mempunyai tekstur dan kekenyalan tertentu. Kelebihan permen jeli dibanding jenis permen yang lain adalah daya kohesifnya lebih tinggi daripada daya adhesifnya sehingga permen jeli tidak lengket pada gigi.

Perkembangan jaman dan teknologi menjadikan permen sebagai makanan fungsional sehingga memberikan nilai lebih pada permen, salah satunya dengan fortifikasi kalsium pada permen. Fortifikasi adalah penambahan satu atau lebih zat gizi dalam jumlah cukup besar pada suatu produk pangan yang secara alami ada atau tidak ada pada produk pangan sehingga produk tersebut dapat berfungsi sebagai sumber utama yang baik bagi zat gizi yang ditambah (Codex Alimentarius Commission, 1994).

Kalsium memiliki dua fungsi penting yaitu pembentukan tulang dan gigi. Kebutuhan kalsium terbesar adalah selama masa kanak-kanak (masa pertumbuhan), akan tetapi kebutuhan kalsium akan berlanjut hingga masa dewasa. Ketika tulang terbentuk, tulang baru akan terbentuk juga secara berkelanjutan dan tulang yang lama akan dirombak. Pembentukan awal tulang yang tidak sempurna akan memicu terjadinya osteoporosis di masa tua, oleh karena itu pembentukan tulang harus dijaga sejak dini dengan pemberian kalsium yang cukup pada anak-anak. Data survei nasional menunjukkan asupan kalsium masyarakat Indonesia masih kurang. Pemeriksaan DMT (Densitas Mineral Tulang) yang dilakukan PT. New Zealand Milk terhadap 17.000 penduduk di 14 kota besar Indonesia menunjukkan bahwa jumlah penderita osteoporosis usia produktif (25-34 tahun) sebanyak $\pm 6\%$ (Kompas, 2007). Hal ini menunjukkan masyarakat Indonesia masih membutuhkan asupan kalsium sebagai salah satu komponen gizi yang dapat membantu mencegah timbulnya osteoporosis yang dapat diupayakan sejak dini yaitu mulai masa anak-anak (Ria, 2007).

Jumlah kalsium karbonat yang ditambahkan disesuaikan dengan RDA (*Recommended Daily Allowance*) untuk kalsium yaitu sebesar 600 mg/hari untuk anak-anak (LIPI, 1998). Pada umumnya jumlah vitamin dan mineral yang difortifikasi pada produk pangan tidak melewati batas 20% RDA per sajian (Food Review, 2006). Penambahan konsentrasi kalsium karbonat tertinggi sebesar 3,06% yang setara dengan 1,2% kalsium. Penambahan kalsium karbonat pada permen jeli akan berpengaruh pada pH permen jeli. Dalam larutan murni, kalsium karbonat (0,15%) memiliki pH 9,55 (basa). pH akan berpengaruh pada pembentukan gel sehingga mempengaruhi tekstur dari permen jeli. Kalsium juga berperan sebagai kation yang dapat berinteraksi dengan gugus karboksil bebas dari protein membentuk jembatan kalsium yang menyebabkan tekstur menjadi kaku. Kandungan kalsium tak larut yang tinggi dapat menghasilkan produk "rasa berkapur" (*chalky mouthfeel*), dan *gritty* di dalam mulut. pH berpengaruh pada kelarutan, pH rendah menaikkan kelarutan. Kalsium tidak larut yang terdispersi dalam sistem akan mengakibatkan kenampakan *opaque* (keruh).

Kembang gula secara umum dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu kembang gula yang berkrystal (*crystalline*) dan kembang gula yang tidak berkrystal (*noncrystalline* atau *amorphous*). Kembang gula yang berkrystal adalah *fondant*, *fudge*, *peruche*, dan *divinity*. Kelompok kembang gula yang tidak berkrystal adalah karamel, *butterscotch*, *hard candy* (kembang gula keras), *lollypops*, *marshmallows*, dan *gum drop* (Fail, Philip, dan Rust, 1978).

Pada pembuatan permen jeli dikenal istilah sol dan gel. Sol adalah partikel berukuran koloid 0,001-0,1 μm yang tidak dapat membentuk dispersi koloid dalam air dan karena ukuran partikelnya sol koloid ini cenderung tidak stabil (Charley, 1982). Gel merupakan sistem padatan yang bersifat elastis karena terbentuknya suatu jalinan antara partikel-partikel koloid sol.

Transformasi koloid sol menjadi gel apabila tercipta beberapa kondisi seperti perubahan suhu, perubahan agensia pembentuk gel, pengurangan jumlah gugus bermuatan akibat perubahan derajat keasaman atau penambahan garam.

Permen jeli mempunyai berbagai tingkat elastisitas dan kekakuan tergantung dari bahan pembentuk gel. Gel dapat dihasilkan oleh berbagai agensia pembentuk gel antara lain agar-agar, karagenan, alginat, gum arabic, *gum tragacant*, gelatin, pektin. Diantara semua agensia pembentuk gel tersebut pektin dan agar-agar merupakan bahan yang paling umum digunakan dalam pembuatan permen jeli (Minifie, 1970)

Permen jeli termasuk dalam golongan *gummy candies* (Potter, 1986). Permen jeli secara umum mempunyai tekstur yang empuk dan mudah dipotong namun juga cukup kaku untuk mempertahankan bentuknya, tidak lengket, tidak berlendir, tidak pecah, mempunyai karakteristik permen yang baik yaitu halus dan lembut (Charley, 1982).

Bahan pembentuk gel yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelatin. Permen jeli yang terbuat dari gelatin lebih elastis dan *rubbery* daripada pektin, selain itu sineresis dari gelatin rendah. Gelatin dapat mengurangi tingkat pencairan namun konsentrasi penggunaan yang tepat sangat penting dalam proses tersebut (Whistler dan BeMiller, 1993). Pada pembuatan permen jeli, gelatin yang digunakan sekitar 7-9%. Penambahan yang terlalu rendah akan

menyebabkan tekstur permen jeli menjadi kasar dan remah. Sebaliknya, penambahan terlalu banyak menyebabkan tekstur menjadi *gumming* dan elastis (Whistler dan BeMiller, 1993). Pembentukan gel oleh gelatin tidak terlepas dari kesesuaian kondisi pH yang dibutuhkan. Gelatin tipe B mempunyai *range* pH 5-7,5 untuk pembentukan gel, sedang pH isoelektriknya 4,7-5,0.

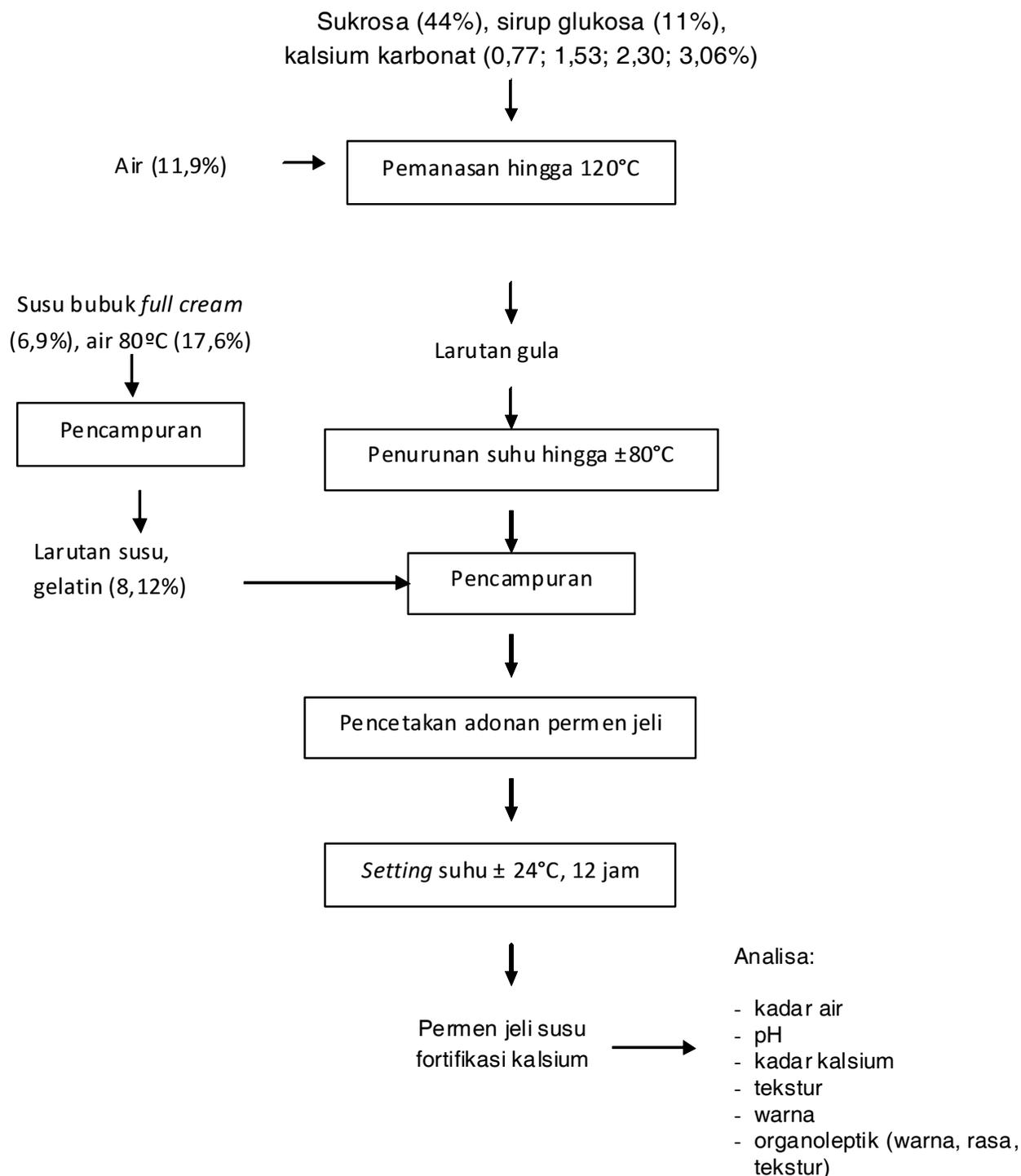
BAHAN DAN METODOLOGI

Bahan untuk proses pembuatan permen jeli susu fortifikasi kalsium yang digunakan adalah: kalsium karbonat teknis, gelatin halus, sukrosa, sirup glukosa, susu bubuk *full cream* merek “Genova” dan minyak permen merek “Olex”.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan faktor tunggal terdiri dari satu faktor yaitu konsentrasi kalsium karbonat terdiri dari 4 (empat) level dengan 6 (enam) kali ulangan. Pengujian organoleptik menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 (empat) level dan 80 panelis. Perlakuan : konsentrasi kalsium karbonat (% terhadap berat total campuran yang tetap), terdiri 4 level: K1 = Konsentrasi kalsium karbonat 0,77% ; K2 = Konsentrasi kalsium karbonat 1,53% ; K3 = Konsentrasi kalsium karbonat 2,30%; K4 = Konsentrasi kalsium karbonat 3,06%. Diagram alir pembuatan permen jeli susu fortifikasi kalsium pada Gambar 1. Formulasi permen jeli pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Permen Jeli Susu Fortifikasi Kalsium

Bahan	Perlakuan			
	K1	K2	K3	K4
Sukrosa (g)			300	
Sirup glukosa (g)			75	
Air (ml)			200	
Gelatin (g)			55	
Susu bubuk <i>full cream</i> (g)			46,8	
Kalsium karbonat (g)	5,211	10,355	15,566	20,710
Total (g)	681,876	686,952	692,028	697,104



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Permen Jeli Susu Fortifikasi Kalsium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air Permen Jeli Susu

Kadar air permen jeli susu dianalisa menggunakan metode oven vakum dengan suhu 75°C dan tekanan 25 mmHg. Syarat mutu untuk parameter kadar air permen jeli berdasarkan SII.0716.89 maksimal 20%.

Hasil analisa kadar air permen jeli susu dengan berbagai macam perlakuan kadar kalsium karbonat adalah 15,85% - 18,03% (b/b). Analisa statistik menunjukkan ada beda nyata pada kadar air permen jeli susu (pada $\alpha = 5\%$) akibat perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Air Permen Jeli Susu pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Kalsium Karbonat

Perlakuan	Kadar air (%)	Notasi
K4	15,85	a
K3	16,42	ab
K2	16,98	b
K1	18,03	c

Hasil pengujian kadar air menunjukan semakin menurun dengan semakin meningkatnya kadar kalsium karbonat disebabkan oleh kemampuan pemerangkapan air yang semakin rendah karena pH permen jeli susu yang terbentuk semakin jauh dari pH optimal pemebntukan gel. Pembentukan matriks gel gelatin akan berpengaruh pada pemerangkapan air sehingga mempengaruhi kadar air dari permen jeli susu. Hasil pengujian pH menunjukkan terjadinya peningkatan pH dengan semakin tingginya kadar kalsium karbonat yang ditambahkan. Perlakuan kadar kalsium karbonat 1,53% (K2), 2,30% (K3), dan 3,06 (K4) memberikan hasil pH diluar pH optimum pembentukan gel oleh gelatin. Hal ini berakibat pada penurunan kemampuan pembentukan matriks gel, dimana ikatan-ikatan antar rantai

polimer gelatin menjadi kurang kuat sehingga kemampuan gel untuk memerangkap air menjadi lebih rendah.

Kalsium juga dapat berinteraksi dengan kasein dari protein susu membentuk jaringan kalsium-kasein sehingga menurunkan kemampuan protein dalam menghidrasi air (Guinee, Feeney, Auty, dan Foxt, 2002). Semakin tinggi kandungan kalsium, jaringan kalsium-kasein yang terbentuk semakin banyak dan rapat sehingga jumlah air yang dapat diperangkap semakin kecil (Upreti dan Metzger, 2006). Semakin sedikit air yang dapat diperangkap, kadar air yang dihasilkan juga akan semakin kecil. Hal ini menyebabkan kadar air permen jeli susu yang dihasilkan makin menurun dengan meningkatnya kadar kalsium karbonat yang ditambahkan.

pH Permen Jeli Susu

pH merupakan salah satu parameter yang penting dalam pembuatan permen jeli, karena pH akan mempengaruhi pembentukan gel dari gelatin. Gelatin tipe B mempunyai *range* pH 5-7,5 untuk pembentukan gel, sedang pH isoelektriknya 4,7-5,0 (Ward dan Courts, 1977). Hasil pengujian pH permen jeli susu memberikan hasil antara 7,45 – 7,80. Hasil analisa statistik menunjukkan ada beda nyata pada pH permen jeli susu (pada $\alpha = 5\%$) akibat perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan terlihat pada Tabel 3. Larutan kalsium karbonat murni dengan konsentrasi 0,15% memiliki pH sekitar 9,55 sehingga memberi pengaruh sifat basa jika ditambahkan dalam larutan.

Jumlah kalsium karbonat yang semakin tinggi akan semakin meningkatkan pH permen jeli susu karena larutan menjadi semakin bersifat basa adanya pengaruh kalsium karbonat sebagai basa lemah. Kalsium karbonat akan terionisasi dalam air menjadi ion Ca^{2+} dan CO_3^{2-} . Ion logam Ca akan bereaksi dengan gugus karboksil bebas dari protein susu membentuk jembatan kalsium yang menyebabkan tekstur menjadi kokoh (Bronner dan Jack, 1982). Gugus karbonat akan berikatan

dengan ion-ion H^+ yang terdapat dalam larutan yang berasal dari asam-asam amino bebas pembentuk gelatin membentuk H_2CO_3 yang membebaskan air dan CO_2 sehingga konsentrasi ion H^+ dalam larutan berkurang dan pH larutan menjadi naik. Peningkatan pH karena penambahan kalsium karbonat juga dapat dilihat jika dibandingkan dengan kontrol yaitu permen jeli susu tanpa penambahan kalsium karbonat yang memberikan pH 6,03.

Tabel 3. pH Permen Jeli Susu pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Kalsium Karbonat

ditunjukkan dengan semakin besarnya hasil pembacaan alat, yang berarti semakin besar daya tekan yang dibutuhkan untuk menimbulkan deformasi. Semakin kokoh permen jeli susu, maka daya tekan yang dibutuhkan semakin besar, ini menunjukkan sampel permen memiliki kekokohan yang tinggi.

Hasil analisa kekerasan permen jeli susu dengan berbagai macam perlakuan kadar kalsium karbonat memberikan hasil antara 215,6 – 270,6 (N/20mm). Analisa statistik menunjukkan ada beda nyata pada kekerasan permen jeli susu (pada $\alpha = 5\%$) akibat perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kekerasan Permen Jeli Susu pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Kalsium Karbonat

Tekstur Permen Jeli Susu

Tekstur merupakan salah satu parameter penentu mutu permen jeli. Tekstur yang diharapkan dari permen jeli adalah kokoh (*firm*), tetapi lembut, tidak terlalu liat (*soft*) dengan gel yang cukup lumer di mulut (Moore dan Dial, 1997). Tekstur permen jeli susu yang akan diuji meliputi kekerasan dan elastisitas.

Kekerasan

Kekerasan, yang dalam hal ini diartikan sebagai *firmness* (kekokohan) dari permen jeli diuji dengan alat *autograph*, dimana satuan yang digunakan adalah Newton, yaitu besarnya daya tekan yang dibutuhkan hingga permen jeli susu tersebut mengalami deformasi bentuk (rusak) pertama kali. Kekokohan (*firmness*) didefinisikan sebagai energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan bahan makanan semi padatan menjadi keadaan yang siap untuk ditelan (Marsilli, 1993). Kekokohan yang tinggi

Kekokohan permen jeli susu dipengaruhi oleh bahan-bahan penyusunnya. Gelatin sebagai bahan pembentuk gel pada permen jeli digunakan sebanyak 9%. Penambahan yang terlalu rendah akan menyebabkan tekstur permen jeli menjadi kasar dan remah. Sebaliknya, penambahan terlalu banyak menyebabkan tekstur menjadi *gumming* dan elastis (Whistler dan BeMiller, 1993).

Pembentukan gel gelatin diawali dengan pemanasan sol gelatin yang berakibat pada modifikasi molekul protein, dimana protein mengalami denaturasi menjadi polipeptida yang terbuka lipatannya. Polipeptida-polipeptida yang terbuka lipatannya bergabung perlahan-lahan membentuk jalinan tiga dimensi yang disebut matriks dengan air terperangkap didalamnya. Hal ini terjadi akibat adanya interaksi kovalen dan non-kovalen antara gugus sepanjang rantai polimer

yang berdekatan meliputi ikatan disulfida, ikatan hidrogen, ikatan ionik, ikatan hidrofobik, serta kombinasi ikatan tersebut menjadi matriks yang kokoh (Ward dan Courts, 1977).

Penambahan gula akan mempengaruhi keseimbangan gelatin dan air yang ada pada pembuatan permen jeli. Gelatin akan menggumpal dan membentuk serabut-serabut halus. Gula bersaing untuk mengikat molekul-molekul air yang ada dan meninggalkan sedikit air untuk gelatin. Gelatin akan membentuk struktur melingkar dengan ikatan hidrogen antar gelatin sebagai pengganti ikatan hidrogen antara air dan gelatin. Hal ini dapat menguatkan gel gelatin yang terbentuk (Fennema, 1976).

Tekstur permen jeli berkaitan dengan pembentukan gelatin juga dipengaruhi oleh pH. Hasil pengujian pH menunjukkan semakin tinggi kadar kalsium karbonat, pH permen jeli makin tinggi. Perlakuan kadar kalsium karbonat 1,53% (K2); 2,30% (K3); 3,06% (K4) menghasilkan pH di atas pH pembentukan gel gelatin namun masih mendekati kisaran pH pembentukan gel gelatin B yaitu 5-7,5. Pembentukan gel gelatin secara teoritis akan lemah jika berada di luar kisaran pH optimum. Hasil pengujian menunjukkan hal yang sebaliknya, yaitu semakin tinggi konsentrasi kalsium karbonat (pH makin tinggi) tekstur (kekokohan) makin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh interaksi ion Ca^{2+} dalam membentuk jembatan kalsium lebih besar dalam membantu pembentukan tekstur pada permen jeli susu dibandingkan dengan pengaruh pH, selain itu kondisi pH yang masih mendekati pH optimum masih memungkinkan gelatin membentuk gel dengan baik. Pembentukan gel gelatin yang kurang sempurna karena berada di luar pH optimum dikuatkan oleh adanya jembatan kalsium dari reaksi ion Ca^{2+} dengan protein susu sehingga dihasilkan tekstur yang tetap kokoh.

Elastisitas

Elastisitas (kemuluran) permen jeli susu diamati menggunakan alat *autograph*, dimana satuan yang digunakan adalah Newton, yaitu besarnya daya tarik yang dibutuhkan hingga permen jeli susu tersebut mengalami retak pertama kali. Elastisitas atau secara umum dikenal sebagai *tensile strength* diartikan sebagai besar daya tarikan yang dibutuhkan hingga mengalami deformasi. Daya tarik yang semakin besar menunjukkan sampel makin elastis (tidak mudah putus).

Hasil analisa elastisitas permen jeli susu dengan berbagai macam perlakuan kadar kalsium karbonat memberikan hasil antara 2,67 – 4,92 (N/50mm). Analisa statistik menunjukkan ada beda nyata pada elastisitas permen jeli susu (pada $\alpha = 5\%$) akibat perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan terlihat pada Tabel 5. Kalsium memberi pengaruh terhadap elastisitas permen jeli susu dengan pembentukan jembatan kalsium antara gugus karboksil bebas dari protein dengan ion Ca^{2+} sehingga membuat matriks gel menjadi lebih kokoh. Gaya yang dibutuhkan untuk menarik permen jeli susu hingga mengalami deformasi menjadi semakin besar dengan semakin kokohnya matriks gel yang terbentuk.

Tabel 5. Elastisitas Permen Jeli Susu pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Kalsium Karbonat

Perlakuan	Rata-rata (N/50mm)	Notasi
K1	2,7	a
K2	3,2	a
K3	4,0	b
K4	4,9	c

Perlakuan konsentrasi kadar kalsium karbonat 1,53% (K2); 2,30% (K3); 3,06% (K4) meskipun memiliki pH diluar pH optimum pembentukan gel gelatin, namun masih tetap mampu mempertahankan bentuknya. Hal ini karena adanya pembentukan jembatan kalsium, dimana semakin banyak jembatan kalsium yang terbentuk karena semakin banyak jumlah kalsium karbonat yang ditambahkan, semakin besar pula daya tarik yang dibutuhkan untuk memutus matriks gel yang terbentuk.

Kadar air permen jeli susu juga akan berpengaruh terhadap tekstur permen jeli. Semakin rendah kandungan air, tekstur makin keras (*tough*) (Moore & Dial, 1997). Kandungan kalsium yang tinggi menyebabkan jaringan matriks yang terbentuk makin rapat dan air yang terperangkap semakin sedikit.

Brightness Permen Jeli Susu

Brightness permen jeli susu diamati menggunakan alat *colour reader*. Hasil pembacaan berupa interval angka antara 1-100, semakin rendah angka, warna sampel semakin suram (gelap). Hasil pengujian *brightness* permen jeli susu dengan berbagai macam perlakuan kadar kalsium karbonat memberikan hasil antara 47,47 – 59,15. Analisa statistik menunjukkan ada beda nyata pada *brightness* permen jeli susu (pada $\alpha = 5\%$) akibat perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan terlihat pada Tabel 6. Kalsium tak larut yang terdispersi dalam sistem akan mengakibatkan kenampakan *opaque* (keruh) yang cenderung berwarna putih. Pengaruh ini dapat terlihat dari perbandingan nilai dan kenampakan *brightness* permen jeli susu tanpa penambahan kalsium karbonat (kontrol) dengan permen jeli susu yang diberi tambahan kalsium karbonat.

Tabel 6. *Brightness* Permen Jeli Susu pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Kalsium Karbonat

Kalsium karbonat yang ditambahkan memiliki tingkat *whiteness* 95,5%. Permen jeli susu tanpa penambahan kalsium memiliki warna kuning kecoklatan sebagai akibat reaksi Maillard dari asam amino protein dan gugus karboksil bebas dari gula yang telah terhidrasi. Protein akan membentuk kompleks dengan kalsium karbonat, dimana adanya protein ini akan menjaga kalsium tetap tersuspensi dalam larutan dan kalsium memberikan efek *whitening* pada produk yang difortifikasi (Kuntz, 1998). Kadar kalsium karbonat yang makin tinggi menyebabkan jumlah kalsium yang tersuspensi dalam larutan makin banyak, sehingga efek *whitening* pada permen jeli susu makin besar. Hal ini ditandai dengan semakin besarnya nilai *brightness* dengan semakin tingginya kadar kalsium karbonat yang ditambahkan.

Uji Kesukaan Terhadap Warna

Uji kesukaan terhadap warna merupakan penilaian tingkat kesukaan yang diberikan panelis terhadap warna dari permen jeli susu dengan penambahan kalsium karbonat. Hasil analisa statistik menunjukkan ada beda nyata pada tingkat kesukaan terhadap warna permen jeli susu (pada $\alpha = 5\%$) akibat perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan (Tabel 7). Hasil pengujian

menunjukkan ada beda nyata pada setiap perlakuan kadar kalsium karbonat yang berbeda-beda. Tingkat kesukaan terhadap warna permen jeli susu paling tinggi yaitu 5,77 (disukai) pada perlakuan K4 dengan kadar kalsium karbonat paling tinggi (3,06%), sedangkan tingkat kesukaan terhadap warna permen jeli susu paling rendah yaitu 3,04 (agak tidak disukai) pada perlakuan K1 dengan kadar kalsium karbonat paling rendah (0,77%).

Tabel 7. Tingkat Kesukaan Warna Permen Jeli Susu pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Kalsium Karbonat

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
K1 K 1	3,04	
K2 K 2	4,83	
K3 K 3	5,30	
K4 K 4	5,77	

dengan semakin tingginya kadar kalsium karbonat yang ditambahkan. Kalsium karbonat memberikan efek *whitening* pada permen jeli susu. Semakin tinggi kadar kalsium karbonat yang ditambahkan, warna putih semakin terang atau nampak jelas. Hal ini terlihat dari hasil pengujian obyektif terhadap warna seperti yang disebutkan di atas. Panelis mengidentikkan warna permen jeli susu dengan warna susu yaitu putih, sehingga perlakuan K4 dengan kadar kalsium karbonat 3,06% lebih dapat diterima sebagai permen jeli susu. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kalsium karbonat memberi pengaruh yang positif terhadap penerimaan konsumen pada produk permen jeli susu.

Uji Kesukaan Terhadap Rasa

Uji kesukaan terhadap rasa merupakan penilaian tingkat kesukaan yang diberikan panelis terhadap rasa, dalam hal ini adalah kemudahan dipotong dan tingkat kekenyalan dari permen jeli susu dengan penambahan kalsium karbonat. Hasil analisa statistik menunjukkan ada beda nyata pada tingkat kesukaan terhadap rasa permen jeli susu (pada $\alpha = 5\%$) akibat perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan (Tabel 8.). Hasil pengujian menunjukkan tidak terdapat beda nyata terhadap rasa dari permen jeli susu dengan penambahan kadar kalsium karbonat 0,77% (K1), 1,53% (K2) dan 2,30% (K3). Penambahan kadar kalsium karbonat sebanyak 3,06% (K4) memberikan hasil beda nyata terhadap perlakuan yang lain. Dari data pada Tabel 8 diketahui bahwa panelis tidak dapat membedakan rasa yang nyata pada perlakuan kadar kalsium karbonat 0,77% (K1), 1,53% (K2) dan 2,30% (K3), ini berarti bahwa pada kadar tersebut penambahan kalsium karbonat tidak mempengaruhi rasa dari permen jeli susu.

Tabel 8. Tingkat Kesukaan Rasa Permen Jeli Susu pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Kalsium Karbonat

Perbedaan rasa baru dapat dirasakan oleh panelis pada penambahan kalsium dengan kadar paling tinggi yaitu 3,06% (K4). Hal ini disebabkan kandungan kalsium tak larut yang tinggi dalam produk akan dapat memberikan rasa *chalky* (berkapur) pada produk yang difortifikasi (Kuntz, 1998), dan efek tersebut baru dapat dirasakan pada kadar kalsium karbonat 3,06%. Panelis memberikan nilai paling tinggi 5,2 (disukai) untuk perlakuan ini, yang berarti pada produk permen jeli susu ini, gabungan rasa manis dan sedikit rasa berkapur justru lebih dapat diterima. Hal ini dapat disebabkan karena rasa berkapur yang ditimbulkan oleh kalsium dapat menutupi (menetralkan) rasa manis yang tinggi dari sukrosa dan glukosa sehingga permen jeli susu menjadi lebih dapat diterima konsumen.

Uji Kesukaan Terhadap Tekstur

Uji kesukaan terhadap tekstur merupakan penilaian tingkat kesukaan yang diberikan panelis terhadap tekstur, dalam hal ini adalah tingkat kekenyalan dari permen jeli susu dengan penambahan kalsium karbonat ketika dikunyah. Hasil analisa statistik menunjukkan ada beda nyata pada tingkat kesukaan terhadap tekstur permen jeli susu (pada $\alpha = 5\%$) akibat perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan seperti terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Tingkat Kesukaan Tekstur Permen Jeli Susu pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Kalsium Karbonat

Perlakuan kadar kalsium karbonat 3,06% (K4) memberikan beda nyata terhadap perlakuan yang lain dan juga memberikan tingkat kesukaan yang paling tinggi yaitu 5,20 (disukai). Pengujian tekstur secara obyektif menunjukkan permen jeli susu dengan kadar kalsium karbonat 3,06% (K4) memiliki tingkat kekerasan dan elastisitas yang paling tinggi karena adanya jembatan kalsium yang terbentuk seperti dijelaskan di atas, yang berarti permen jeli susu dengan perlakuan ini memiliki tekstur yang paling kenyal dan paling sulit putus.

Pengujian terhadap tingkat kesukaan tekstur permen jeli susu menunjukkan permen jeli susu yang paling dapat diterima adalah yang memiliki tekstur yang paling kenyal dan paling sulit putus. Pengujian tekstur secara obyektif juga memberikan hasil yang tidak beda nyata pada perlakuan kadar kalsium karbonat 0,77% (K1); 1,53% (K2) sehingga kemungkinan panelis juga sulit membedakan tekstur dari kedua perlakuan ini. Perlakuan kadar kalsium 1,53% (K2) dan 2,30% (K3) juga memberi hasil tidak beda nyata pada pengujian kekerasan sehingga panelis cenderung memberikan penilaian yang hampir sama yaitu sekitar 4 (netral).

Uji Kesukaan Terhadap Mouthfeel

Uji kesukaan terhadap *mouthfeel* merupakan penilaian tingkat kesukaan yang diberikan panelis terhadap *mouthfeel*. *Mouthfeel* merupakan interaksi sifat fisik dan kimiawi produk dalam mulut mulai dari penerimaan pertama dalam mulut, gigitan pertama, pengunyahan, hingga ditelan (Wikipedia, 2007), yang dalam hal ini juga berarti adanya kesan berpasir dari permen jeli susu dengan penambahan kalsium karbonat. Hasil analisa statistik menunjukkan tidak ada beda nyata pada tingkat kesukaan terhadap *mouthfeel* permen jeli susu (pada $\alpha = 5\%$) akibat perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan.

Kalsium tak larut dapat menyebabkan timbulnya kesan berpasir pada produk yang difortifikasi (Kuntz, 1998). Hasil pengujian menunjukkan panelis menyukai *mouthfeel* (nilai antara 4,8-5,2) dan tidak merasakan beda nyata pada permen jeli susu dengan penambahan kadar kalsium karbonat yang berbeda-beda. Komentar panelis mengatakan tidak ditemukan kesan berpasir pada semua sampel permen jeli susu.

Kesan berpasir tidak ditemukan pada permen jeli susu dengan penambahan kalsium karbonat pada penelitian ini karena sebagian kalsium telah larut dengan pemanasan dan berinteraksi dengan protein membentuk jembatan kalsium, sedangkan kalsium yang tidak larut terperangkap dan terdispersi merata dalam matriks gel gelatin bersama dengan komponen padatan yang lain (lemak, protein susu). Pemerangkapan kalsium dalam matriks gel mencegah kalsium untuk bergabung dan membentuk butiran-butiran yang lebih besar, sehingga tidak menimbulkan kesan berpasir pada permen jeli susu yang dihasilkan.

Uji Pembobotan

Uji pembobotan digunakan untuk menentukan perlakuan terbaik yang dapat memberikan hasil produk yang dapat diterima konsumen dan memenuhi standar mutu permen jeli. Uji pembobotan dilakukan berdasarkan nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap keempat parameter pengujian organoleptik (warna, rasa, tekstur, dan *mouthfeel*) untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen yang menjadi tujuan utama penelitian ini. Parameter obyektif seperti kadar air tidak dimasukkan dalam uji pembobotan karena telah memenuhi syarat mutu dari permen jeli. Hasil uji pembobotan pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji Pembobotan Permen Jeli Susu

Per lakuan	B obot
K 1	0,090
K 2	0,359
K 3	0,297
K 4	1,000

Hasil uji pembobotan menunjukkan perlakuan terbaik adalah K4 yaitu permen jeli susu dengan penambahan kadar kalsium karbonat 3,06%. Perlakuan ini memberikan hasil permen jeli susu yang paling dapat diterima konsumen, memiliki kadar air 15,85%, pH 7,80, kekerasan 270,58 N/20mm, elastisitas 4,92 N/50mm, *brightness* 59,15, kadar kalsium 1,22%

KESIMPULAN

- Perbedaan kadar kalsium karbonat yang ditambahkan memberikan pengaruh nyata terhadap sifat fisikokimia (kadar air, pH, elastisitas, kompresibilitas, *brightness*) permen jeli susu, tingkat kesukaan (organoleptik) warna, rasa, tekstur, tetapi tidak terhadap *mouthfeel* permen jeli susu.
- Permen jeli susu terbaik dihasilkan dari perlakuan penambahan kadar kalsium karbonat 3,06% dengan nilai tingkat kesukaan (organoleptik) terhadap warna 5,77; rasa 5,20; tekstur 5,20; *mouthfeel* 5,18; memiliki kadar air 15,85%, pH 7,80, kompresibilitas 270,58 N/20mm, elastisitas 4,92 N/50mm, *brightness* 59,15, kadar kalsium 1,22%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bronner, F and W.C Jack. 1982. Disorder of Mineral Metabolism vol II: Calcium Physiologi. New york: Academic Press.
- Charley, 1982. Food Science (second ed.) New York: John Willey and Sons
- Codex Alimentarius Commission. 1994. General Principles for the Addition of Essential Nutrients of Foods, vol.4, CAC/GL 09-1987 dalam Henry, C.J.K. dan N.J. Heppell. 1998. Nutritional Aspects of Foods Processing and Ingredients. Gaithersburg, Maryland : An Aspen Publication.
- Fail, G.E, Philips J.A, Rust L.O. 1978. Foods. Boston: Houghton Mifflin Co.
- Fennema, O.R. 1976. Food Chemistry 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc
- Guinee, T.P, E.P Feeney, M.A E. Auty, P.F Foxt. 2002. Effect of pH and Calcium Concentration on Some Textural and Functional Properties of Mozzarella Cheese. *J. Dairy Sci* 85:1655-1669
- Kompas. 2007. Penuhi Kalsium dari Berbagai Sumber. www.kompas.com/kesehatan/news/0210/79/231841.htm [online, 15 April 2007]
- Kuntz, L.A. 1998. Boning Up on Calcium Fortification. www.foodproductdesign.com
- Ledward, D.A. 2000. Gelatin dalam J.O Philips dan P.A Williams (ed.) Handbook of Hidrocolloid. New York: Woodhead Publishing Limited.
- LIPI, Widya Karya Pangan dan Gizi. 1998. Angka Kecukupan Gizi dalam Almtsier, S. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Marsilli, R.1993. Texture and Mouthfeel Making Rheology Real. www.FoodProductDesign_TextureandMouthfeel_MakingRheologyReal.html [online,18 September 2007]
- Minifie, B.W. 1970. Chocolate, Cocoa & Confectionary. Connecticut: AVI Publishing Co
- Moore, C.O & J.R Dial.1997. Method for making liquid-centered jelly candies. www.freepatentsonline.com/5626896.html [online, 18 September 2007]
- Ria, 2007. Dengan Kalsium Tertawa pun Begitu Menyenangkan. www.indonesia.com/bpost/092005/20/ragam/art-3.htm [online, 15 April 2007]
- SII (Standar Industri Indonesia) No. 0716.89. 1983. Gula Pasir. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Upreti, P & L.E. Metzger. 2006. Influence of Calcium and Phosphorus, Lactose, and Salt to Moisture Ratio on Cheddar Cheese Quality: Manufacture and Compositon. *J. Dairy Sci.* 89:420-428
- Ward, A.G and A. Courts. 1977. The Science and Technology of Gelatin. London: Academic Press
- Whistler, R. L. dan J. N. BeMiller. 1993. Industrial Gums, Polysaccharides and Their Derivatives, 3th ed. New York: Academic Press, Inc.