

## Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Gula terhadap Kualitas Keju Analog dari Campuran Susu dan Sari Kedelai

### *The Effect of Various Types of Sugar Addition on the Quality of Cheese Analog from a Mixture of Cow's Milk and Soy Milk*

**Novita Indrianti**

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna  
Jl. KS. Tubun No. 5 Subang Jawa Barat  
Email : novitaindrianti@gmail.com

Naskah diterima : 14 September 2012;

Revisi pertama : 17 September 2012;

Revisi terakhir : 27 Oktober 2012

#### **ABSTRAK**

Keju analog dari campuran susu sapi dan sari kedelai telah dipelajari secara laboratoris. Pembuatan keju mengadopsi prosedur pembuatan keju Cheddar dengan mengganti *rennet* dengan ekstrak jeruk nipis sebagai sumber asam dan sebagai bahan penggumpal. Pada proses pembuatan keju, glukosa, sukrosa, atau madu ditambahkan, masing-masing dilakukan pada percobaan yang berbeda. *Lactobacillus casei* juga ditambahkan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan glukosa, sukrosa, dan madu terhadap kualitas kimiawi dan sensoris keju analog. Hasilnya menunjukkan rendemen keju analog tertinggi diperoleh jika glukosa ditambahkan pada proses pembuatannya. Kadar protein dan lisin tersedia tertinggi juga diperoleh jika glukosa ditambahkan pada proses pembuatan keju analog. Kadar lemak tertinggi diperoleh jika madu ditambahkan. Perbedaan jenis gula, yaitu glukosa, sukrosa, dan madu, tidak berpengaruh pada penerimaan panelis atas dasar kesukaannya terhadap semua atribut sensori.

kata kunci: glukosa, sukrosa, madu, sifat sensori, keju analog

#### **ABSTRACT**

*Cheese analog from a mixture of cow's milk and soy milk has been made in laboratory experiment. The processing of cheese was adopted from a procedure of making Cheddar cheese in which rennet was substituted by lemon extract used as acid source as well as a coagulant whereas Lactobacillus casei was also added. Glucose, sucrose, and honey were added in separated experiments. This research was aimed to analyze the effect of using glucose, sucrose, and honey on the chemical and sensory of cheese analog. The highest yield was found in cheese analog where glucose was used in its processing. The highest protein and available lysine contents were also found in cheese analog when glucose was added. The highest fat content of cheese analog was found when honey was added. Glucose, sucrose, and honey did not affect on the acceptance of panelists based on their preferences to all attributes of sensory properties.*

keywords: glucose, sucrose, honey, sensory, cheese analog

## I. PENDAHULUAN

Secara umum keju dibuat dari penggumpalan protein susu menggunakan *rennet* (Spreer, 1998). Susu normal mengandung sekitar 3,5 persen protein. Dalam praktek sering digunakan campuran susu dan sari kedelai. Dibanding dengan susu sapi, sari kedelai mempunyai kandungan gizi yang hampir sama, terutama proteinnya yaitu sekitar 3,5 – 4 persen. Keju yang dibuat dari bahan dasar campuran susu dan bahan bukan susu, termasuk sari kedelai, dinamakan keju analog. Keunggulan dari keju analog ini mengandung protein hewani (kasein) dan protein nabati (asam amino esensial seperti lisin). Enzim renet sebagai koagulan dapat diganti dengan larutan asam ekstrak buah. Keuntungan lain dari ekstrak buah adalah adanya komponen-komponen selain asam seperti vitamin, antioksidan, dan zat warna yang dapat terikat ke dalam keju dan bermanfaat bagi tubuh. Makanan khas Nigeria yang diberi nama *Wara Cheese*, adalah salah satu jenis keju yang dibuat dengan menggunakan bahan penggumpal dari ekstrak jeruk lemon (Adetunji, dkk., 2007). Di Indonesia banyak jenis buah yang belum dimanfaatkan sebagai sumber asam untuk pembuatan keju, salah satunya adalah jeruk nipis. Jeruk nipis memiliki sifat asam yang dapat menurunkan pH protein hingga titik isoelektrisnya sehingga terjadi koagulasi. Pada proses pembuatan keju penambahan *Lactobacillus casei* dapat berperan untuk menghasilkan senyawa-senyawa *flavor* dan asam selama proses fermentasi. Bakteri asam laktat berperan pada metabolisme laktosa dalam susu atau gula yang ditambahkan menjadi asam laktat (Drake, dkk, 1995.). Penambahan berbagai jenis gula pada pembuatan keju berkaitan dengan pertumbuhan bakteri *Lactobacillus casei* yang ditambahkan. Bakteri *Lactobacillus casei* menggunakan gula sebagai sumber karbon sehingga dapat melakukan aktivitasnya. Gula juga akan berpengaruh pada denaturasi protein dan pembentukan sifat gel (Bryant and McClements, 2000). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan jenis gula yang berbeda terhadap sifat kimia dan sensori pada keju analog.

## II. METODOLOGI

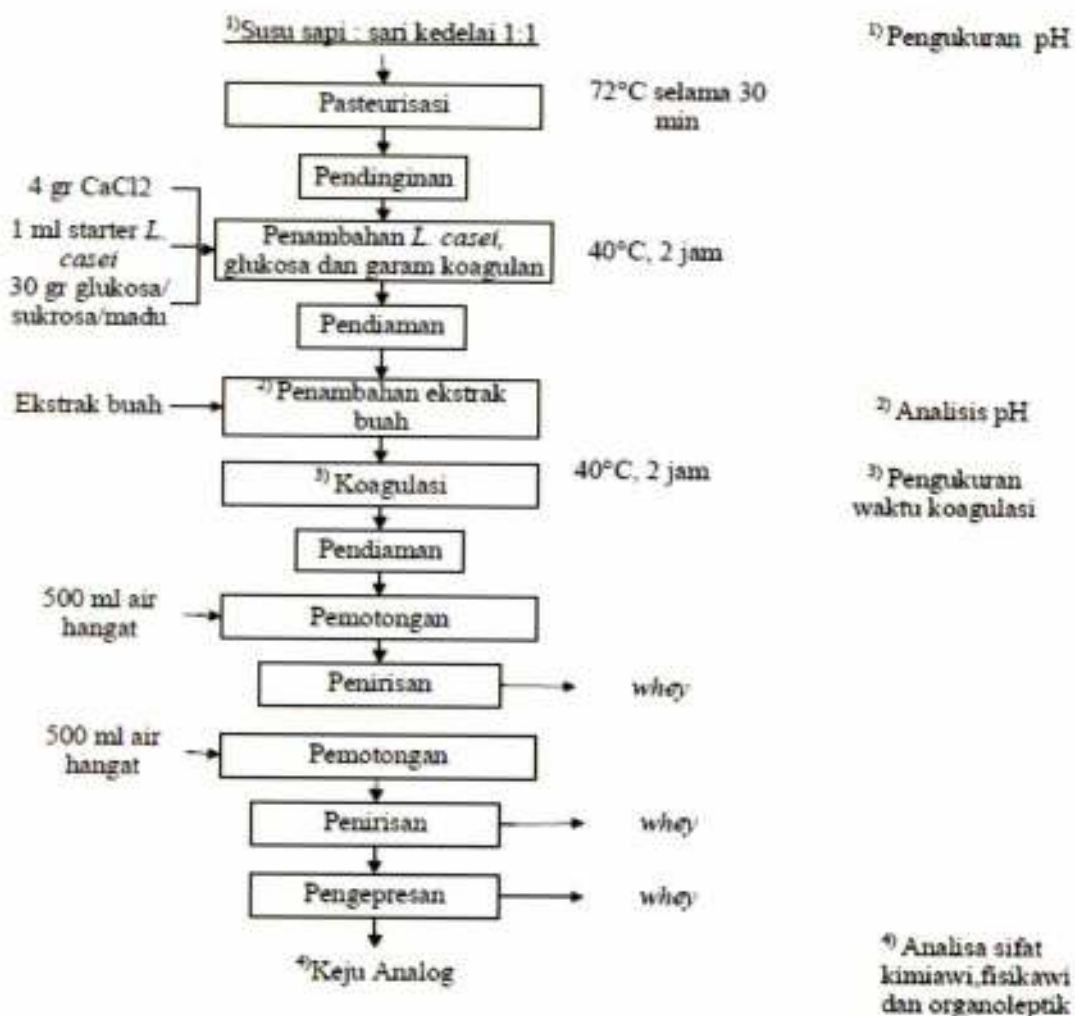
Bahan-bahan yang digunakan dalam

penelitian ini adalah sari kedelai, susu, buah jeruk nipis, starter *Lactobacillus casei*, kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), glukosa, sukrosa, dan madu. Sari kedelai yang dibuat dari biji kedelai Glisine max grade A. Susu segar dari UPT Ternak Perah Fakultas Peternakan UGM, Yogyakarta. Buah yang digunakan adalah buah jeruk nipis yang diambil ekstraknya sebagai koagulan. Starter *Lactobacillus casei* didapatkan dari PAU Pangan Gizi Universitas Gadjah Mada. Diagram alir proses pembuatan keju analog dapat dilihat pada Gambar 1. Perlakuan yang digunakan pada percobaan adalah penambahan glukosa, sukrosa, dan madu. Setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan percobaan. Masing-masing kemudian dianalisa sifat fisik, kimia, dan organoleptiknya. Pengujian pH menggunakan alat pH meter (Hadiwiyoto, 1994), keasaman diuji dengan metode titrasi, waktu penggumpalan menggunakan *stopwatch*, analisa kadar protein menggunakan metode AOAC (1995), analisa kadar lemak menggunakan metode AOAC (1995), analisa kadar abu (AOAC, 1995), analisa ketersediaan lisin menggunakan spektrofotometri (Kakade and Liener, 1969), perolehan (*rendemen*) dihitung dengan membagi hasil keju analog dengan berat campuran susu dan sari kedelai. Sifat sensori keju dievaluasi dengan menggunakan panelis tak terlatih sebanyak 30 orang dengan menggunakan metode *Scoring Preference Test* meliputi kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, tekstur, dan kenampakan. Skala penilaiannya 1-7, dari amat tidak suka (nilai 1) sampai amat suka (nilai 7).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Sifat Kimiawi Keju Analog

Nilai keasaman dan pH keju analog dapat dilihat pada Tabel 1. Terlihat adanya perbedaan keasaman dan nilai pH keju analog dari semua perlakuan. Keasaman keju analog disebabkan oleh adanya residu asam dari ekstrak buah jeruk nipis yang ditambahkan dan asam laktat yang terbentuk dari fermentasi gula oleh bakteri asam laktat (*Lactobacillus casei*). Asam yang berasal dari dekomposisi gula merupakan 50 persen dari jumlah asam yang terbentuk (Lampert, 1975). Semakin lama penyimpanan akan semakin menurunkan nilai pH susu akibat semakin banyaknya asam laktat yang terbentuk



**Gambar 1.** Diagram Alir Proses Pembuatan Keju Analog.

selama penyimpanan (Lampert, 1975).

Data keasaman juga membuktikan bahwa penambahan glukosa mampu memberikan keasaman paling tinggi daripada penambahan sukrosa dan madu. Sedangkan penambahan madu, memberikan keasaman paling rendah pada keju analog. Menurut Lampert (1975) bakteri asam laktat lebih mudah menggunakan glukosa sebagai sumber nutrisi jika dibandingkan dengan sukrosa dan madu karena glukosa memiliki struktur yang lebih sederhana daripada sukrosa. Akibatnya glukosa menjadi lebih cepat untuk difermentasi dan diubah menjadi asam laktat daripada perubahan sukrosa menjadi asam laktat. Madu mengandung campuran glukosa, fruktosa, sukrosa, dan beberapa monosakarida dan disakarida lainnya. Dengan demikian fermentasi oleh bakteri asam laktat memerlukan waktu lebih lama yang dapat dilihat

pada Tabel 2, sehingga pH keju analog yang dibuat dengan penambahan madu nilainya lebih tinggi daripada pH kedua keju analog lainnya.

Keasaman suatu bahan secara langsung berkaitan dengan nilai pHnya. Kondisi asam merupakan donor ion hidrogen yang mampu menurunkan atau menaikkan nilai pH. Keasaman yang tinggi akan menurunkan pH, sebaliknya keasaman rendah meningkatkan pH. Hal ini juga terjadi pada pembuatan keju analog dengan penambahan gula (Tabel 1). Terlihat adanya perbedaan pH pada keju dengan perbedaan penambahan jenis gula. Penambahan glukosa mampu menurunkan pH lebih rendah jika dibandingkan dengan penambahan sukrosa dan madu, sejalan dengan jumlah asam yang dihasilkan paling banyak. Nilai pH keju analog dengan penambahan madu paling tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri asam laktat pertama memfermentasi glukosa, lalu sukrosa,

kemudian baru jenis-jenis gula lainnya yang terdapat dalam madu. Disebutkan oleh Hutkins (2006) bahwa bakteri *Lactobacillus casei* menggunakan glukosa sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya dan berdasarkan itu bakteri *Lactobacillus casei* memfermentasi gula, yaitu glukosa, fruktosa, laktosa.

Menurut McSweeney, dkk., (1995), perubahan nilai pH dapat terjadi karena pertumbuhan bakteri mampu mengubah komposisi produk keju yang dihasilkan dan pembebasan produk alkali dekomposisi protein. Di samping itu, struktur kalsium fosfat-kasein juga mempengaruhi pH, yang dalam hal ini dikaitkan dengan matrik gel (*curd*) dengan kemampuannya menahan larutan asam. Kemampuan *curd* menahan larutan asam tergantung pada konsentrasi kalsium fosfat tidak terdisosiasi, kasein, dan keberadaan asam laktat pada keju (Holt and Roginski, 2001). Asam laktat yang terbentuk dari fermentasi gula oleh bakteri asam laktat segera bergabung dengan di-kalsium fosfat dan kalsium parakaseinat di dalam keju membentuk monokalsium fosfat, monokalsium parakaseinat dan kalsium laktat yang mudah larut dalam air (Hutkins, 2006).

### 3.2. Komposisi Kimia Keju Analog

Tabel 3 menunjukkan kandungan protein

dan lemak keju analog dengan berbagai penambahan gula pada proses pembuatannya.

Besarnya kandungan protein keju terkait langsung dengan nilai pHnya. Penambahan glukosa pada proses pembuatan keju analog mampu menghasilkan keju dengan kadar protein paling tinggi, kemudian diikuti berturut-turut oleh perlakuan penambahan sukrosa dan madu dapat dilihat pada Tabel 3. Ini sejalan dengan nilai pH keju analog pada perlakuan penambahan glukosa paling rendah dan perlakuan penambahan madu paling tinggi dapat dilihat pada Tabel 1.

Protein susu terdiri atas beberapa jenis dengan titik isoelektris berbeda-beda. Ada enam macam protein dalam susu :  $\alpha$ 1-,  $\alpha$ 2-,  $\beta$ -,  $\kappa$ -kasein,  $\beta$ -laktoglobulin,  $\alpha$ -laktalbumin (Holt and Roginski, 2001). Protein  $\alpha$ 1-kasein mempunyai kelarutan yang rendah pada pH 4,6, sedangkan untuk jenis kasein lain seperti  $\beta$ -kasein mempunyai kelarutan terendah pada pH 5 dan untuk  $\kappa$ -kasein kelarutan terendahnya pada pH 3,7- 4,2 (O'Mahony, 1988). Dari jumlahnya,  $\alpha$ -kasein jumlahnya paling banyak (sekitar 50 persen), sedangkan  $\beta$ -kasein dan protein lainnya jumlahnya lebih sedikit (Anonim, 2004) Dengan demikian penambahan madu hanya mampu mengendapkan lebih banyak  $\beta$ -kasein yang jumlahnya lebih sedikit

**Tabel 1.** Pengaruh Penambahan Glukosa, Sukrosa, dan Madu Terhadap Nilai Keasaman dan pH Keju Analog

Perlakuan	Keasaman (% asam laktat)	Nilai pH
Penambahan glukosa	0,32 <sup>a</sup>	4,24 <sup>a</sup>
Penambahan sukrosa	0,29 <sup>b</sup>	4,47 <sup>b</sup>
Penambahan madu	0,26 <sup>c</sup>	4,59 <sup>c</sup>

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan terdapat beda nyata pada Uji Tukey HSD  $P > 0,05$

**Tabel 2.** Waktu Penggumpalan pada Pembuatan Keju Analog dengan Penambahan Jenis Gula yang Berbeda

Perlakuan	Waktu Penggumpalan (menit)
Penambahan glukosa	6,57 <sup>c</sup>
Penambahan sukrosa	8,79 <sup>b</sup>
Penambahan madu	9,36 <sup>a</sup>

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan terdapat beda nyata pada Uji Tukey HSD  $P > 0,05$

**Tabel 3.** Pengaruh Penambahan Glukosa, Sukrosa dan Madu pada Komposisi Keju Analog

Perlakuan	Protein (%wb)	Lemak (%wb)
Penambahan glukosa	14,82 <sup>a</sup>	12,07 <sup>a</sup>
Penambahan sukrosa	14,52 <sup>b</sup>	13,10 <sup>b</sup>
Penambahan madu	13,24 <sup>c</sup>	13,77 <sup>c</sup>

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan terdapat beda nyata pada Uji Tukey HSD  $P > 0,05$

dari pada  $\alpha$ -kasein. Sebaliknya penambahan glukosa dan sukrosa yang mampu memberikan pH lebih rendah cenderung lebih banyak mengendapkan  $\alpha$ -kasein yang jumlahnya lebih banyak daripada protein lainnya. Pengendapan protein juga dipengaruhi oleh kestabilan struktur Ca-kaseinat. Bertambahnya ion  $H^+$  karena terbentuknya asam laktat oleh *Lactobacillus casei* menyebabkan pemisahan koloid Ca-fosfat sehingga senyawa Ca-kaseinat menjadi labil dengan kata lain protein akan mengendap. Dengan demikian glukosa yang mampu memberikan pH rendah lebih banyak menggumpalkan protein daripada sukrosa dan madu yang memberikan pH lebih tinggi (Lucey, 2004).

Pengaruh gula terhadap kadar lemak keju analog yang dihasilkan berkaitan dengan aktivitas hidrolase glikosida pada bakteri *Lactobacillus casei* dalam menggunakan gula dari ikatan glikoprotein pada membran globula lemak susu sebagai sumber energi (Fox, 2004). Kadar lemak keju analog dengan penambahan madu memiliki nilai tertinggi karena madu terdiri dari beberapa monosakarida seperti fruktosa, glukosa, dan sukrosa yang dapat menghasilkan energi lebih besar bila digunakan enzim hidrolase glikosida pada bakteri *Lactobacillus casei* dalam memerangkap lemak susu yang mengandung lemak dalam jumlah besar. Sedangkan kadar lemak keju dengan penambahan sukrosa lebih besar daripada kadar lemak keju analog dengan penambahan glukosa. Hal ini karena pada pembuatan keju analog dilakukan pengendapan kasein dengan menggunakan bakteri asam laktat yang akan menggunakan gula sebagai sumber energi dalam menghasilkan asam dan menurunkan pH. Keju analog dengan penambahan glukosa lebih mudah digunakan *Lactobacillus casei* dalam menghasilkan asam yang akan memerangkap lemak susu sehingga

filtratnya akan mengandung laktosa, protein whey, dan mineral lebih tinggi sedangkan lemaknya lebih rendah (Porter, 1975).

### 3.3. Ketersediaan Lisin

Lisin merupakan salah satu dari 9 asam amino esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan. Hal ini karena asam amino ini sangat berguna untuk pertumbuhan dan perkembangan tulang pada anak, membantu penyerapan kalsium dan menjaga keseimbangan nitrogen dalam tubuh, dan memelihara masa tubuh anak agar tidak terlalu berlemak. Lisin juga dibutuhkan untuk menghasilkan antibodi, hormon, enzim, pembentukan kolagen, dan perbaikan jaringan (Kakade and Liener, 1969). Kadar lisin tersedia keju analog yang dihasilkan dengan penambahan jenis gula yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan data hasil analisis kadar lisin diperoleh bahwa kadar lisin keju analog dengan penambahan glukosa adalah sebesar 7,67 persen, kadar lisin keju analog dengan penambahan sukrosa adalah sebesar 7,30 persen dan kadar lisin keju analog dengan penambahan madu adalah sebesar 6,91 persen. Hasil kadar lisin dari ketiga sampel tersebut berbeda nyata. Penambahan madu dapat menyebabkan kadar gula reduksi produk meningkat. Interaksi gula pada madu dengan protein susu dimana hasil interaksi tersebut sukar untuk dipecah oleh bakteri asam laktat dan lisin mengalami *blocking* pada sisi aktifnya dan persentase lisin yang terhalang sekitar 50 – 75 persen. Hal ini yang menyebabkan kadar lisin keju analog dengan penambahan madu paling rendah. Interaksi gula dan asam amino protein yang terbentuk dapat berasal dari laktosa-lisin, glukosa-lisin, ataupun fruktosa-lisin

**Tabel 4.** Pengaruh Penambahan Glukosa, Sukrosa, dan Madu terhadap Kadar Lisin pada Keju Analog

Perlakuan	Ketersediaan Lisin (menit)
Penambahan glukosa	2,64 <sup>c</sup>
Penambahan sukrosa	2,60 <sup>b</sup>
Penambahan madu	2,53 <sup>a</sup>

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan terdapat beda nyata pada Uji Tukey HSD  $P > 0,05$

(Muchtadi,1989). Lisin pada protein berikatan dengan gula yang ada. Pada keju analog dengan penambahan glukosa memiliki kadar lisin lebih tinggi daripada kadar lisin keju analog dengan penambahan sukrosa. Hal ini karena interaksi glukosa-protein lebih mudah dipecah oleh bakteri asam laktat daripada interaksi sukrosa-protein (Finot and Magnenat, 1982)

### 3.4. Perolehan (Rendemen) Keju Analog

Rendemen keju analog dihitung dengan membagi hasil keju analog dengan berat campuran susu dan sari kedelai. Rendemen keju dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain : komposisi susu, *pretreatment* terhadap susu, jenis koagulan, kelunakan *curd* saat pemotongan, proses pemotongan, presentase senyawa-senyawa dalam susu yang hilang, perbandingan protein dan lemak, serta banyaknya air yang tertahan dalam keju (Fenelon and Guinee, 1999). Banyaknya air yang tertahan dalam keju ini berhubungan dengan kondisi pembuatan keju, diantaranya pengepresan, pencucian, suhu, jenis penggumpal yang dipakai, dan pemotongan *curd* (Wang, dkk., 2000). Hasil analisis rendemen keju analog yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan data di atas diketahui bahwa rendemen keju analog dengan penambahan madu paling besar dibandingkan rendemen

keju analog dengan penambahan sukrosa dan glukosa. Penggunaan gula pada pembuatan keju analog mempengaruhi kemampuan bakteri *Lactobacillus casei* dalam menurunkan pH yang juga memberikan efek kalsium fosfat dari matriks kasein. Pada pembuatan keju analog ini dilakukan pengendapan kasein menggunakan bakteri asam laktat yang akan menggunakan gula sebagai sumber energi dalam menghasilkan asam dan menurunkan pH. Keju analog dengan penambahan glukosa lebih mudah digunakan *Lactobacillus casei* dalam menghasilkan asam tinggi yang akan menyebabkan sebagian besar protein ikut mengendap seperti dari jenis kasein dan sejumlah kecil protein *whey* yaitu albumin, laktalbumin, dan laktoglobulin protein. Peningkatan sineresis dari *curd* matriks selama proses pembuatan keju analog ini menyebabkan makin banyak kadar protein yang mengendap sehingga kemampuan dalam mengikat globula lemaknya lebih rendah dan rendemen yang dihasilkan rendah (Lau, dkk., 1990).

Sedangkan pada keju analog dengan penambahan madu menghasilkan keasaman yang lebih rendah sehingga kemungkinan hanya sebagian protein yang dapat mengendap dan globula - globula lemak akan meningkat dan menyumbat pori - pori matriks para - kasein. Oleh karena itu globula-globula lemak tersebut berperan sebagai penghalang *whey* untuk

**Tabel 5.** Pengaruh Penambahan Glukosa, Sukrosa, dan Madu Pada Rendemen Keju Analog

Perlakuan	Ketersediaan Lisin (menit)
Penambahan glukosa	2,64 <sup>c</sup>
Penambahan sukrosa	2,60 <sup>b</sup>
Penambahan madu	2,53 <sup>a</sup>

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan terdapat beda nyata pada Uji Tukey HSD  $P > 0,05$

keluar dari partikel-partikel *curd* yang tinggi, menyebabkan air yang tertahan dalam *curd* meningkat sehingga hasil rendemen keju yang diperoleh lebih tinggi (Dejmek and Walstra, 2004)

### 3.5. Penerimaan Panelis terhadap Sifat Sensori Keju Analog

Analisa penerimaan panelis terhadap keju analog yang ditambah gula didasarkan pada kategori warna, aroma, rasa, tekstur, dan kenampakannya. Hasil penerimaan panelis terhadap keju analog ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa panelis dapat menerima semua sampel keju berdasarkan kesukaan semua atribut sensori. Bau langu dari kedelai kemungkinan hilang selama proses inkubasi (fermentasi) oleh *Lactobacillus casei* sehingga tidak mempengaruhi penerimaan panelis terhadap keju analog. Meskipun demikian keju analog yang dibuat dengan penambahan madu cenderung lebih disukai dalam hal warna dan aromanya. Hal ini kemungkinan disebabkan karena penambahan madu memberikan warna lebih mengarah pada krem, sedangkan aroma madu umumnya lebih disukai daripada sukrosa dan glukosa. Madu terbentuk dari campuran gula dan komponen-komponen hasil fermentasi oleh lebah madu yang dapat memberikan aroma khas pada madu (Hadiwiyoto, 1982) Terhadap rasa, tekstur dan kenampakan permukaan keju, panelis memberikan penilaian yang sama.

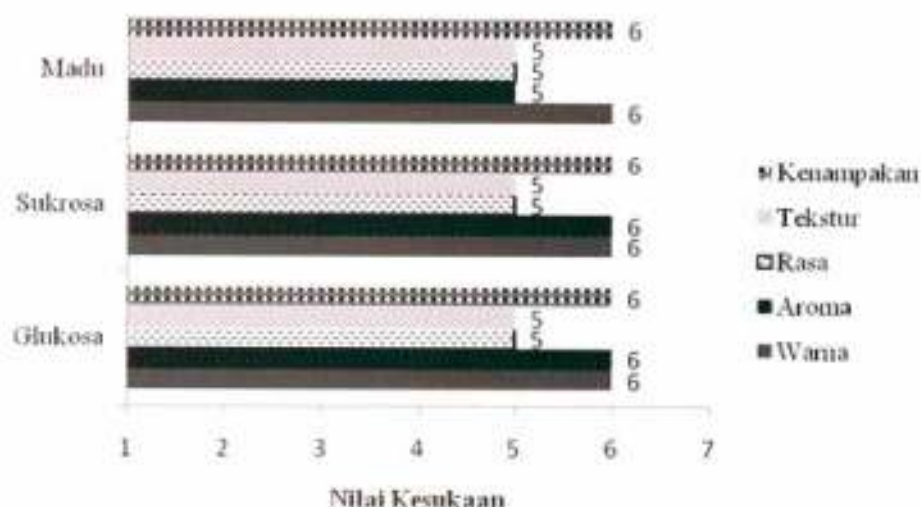
Secara umum penerimaan panelis terhadap keju analog tidak dipengaruhi oleh perbedaan jenis gula yang ditambahkan pada proses pembuatannya.

## IV. KESIMPULAN

Perbedaan penambahan jenis gula mendapatkan perbedaan perolehan keju. Kadar protein dan kadar lisin yang tertinggi terdapat pada keju yang diperoleh dengan penambahan glukosa. Rendemen dan kadar lemak yang tertinggi didapat pada keju analog yang diberi penambahan madu. Perbedaan jenis gula yang ditambahkan tidak mempengaruhi penerimaan panelis terhadap keju analog yang dihasilkan dan panelis menyukai keju analog yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adetunji, V.O. Alonge, D.O. Singh, RK. Chen, J. 2007. Production of Wara, a West African Soft Cheese Using Lemon Juice as a Coagulant, *Elsevier Appl. Sci. Pbl.* 331-336.
- Anonimous. 2004. *Milk Protein*. (<http://www.class.fst.ohiostate.edu/FST822/lectures/Milk.htm> diakses 18 Maret 2012).
- [AOAC] Analysis of The Association of Official Agriculture Chemistry. 1995. *Official Methods of Analysis, 16<sup>th</sup> Edition*. Gaithersburg, Maryland: AOAC International.
- Bryant, C. M. dan McClements D.J. 2000. Influence of sucrose on NaCl induced gelation of heat



**Gambar 2.** Penerimaan panelis terhadap kesukaan Keju Analog yang Dibuat dengan Penambahan Gula (1 = amat tidak suka; 7 = amat suka).

- denatured whey protein solutions. *Food Research International*, 33, 649–653.
- Dejmek, P. and Walstra, P. 2004. The syneresis of rennet-coagulated curd. *Pages 71–103 in Cheese Chemistry, Physics and Microbiology, General Aspects*. 3rd ed. Vol. 1. P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan, and T. P. Guinee, ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam, the Netherlands.
- Drake, M.A., Herrett, W., Boylston, T. D. and Swanson, B. G., 1995. Sensory evaluation of reduced fat cheeses. *J. Food Sci.*, 60, 898-901, 905.
- Fenelon, M. A., and Guinee, T.P., 1999. The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the Van Slyke cheese yield formula. *J. Dairy Sci.* 82:2287–2299
- Finot, P.A and E. Magnenat., 1982. Metabolic Transit of Early and Advanced maillard Product. *Nestle Research News 1982/1983*. Nestle product technical Assistance Co, LTD.
- Fox, P. F. 2004. *Cheese Chemistry, Physics, And Microbiology*, 3<sup>rd</sup> edn. Elsevier Applied Science, Burking, Essex, California.
- Hadiwiyoto, S., 1982. *Mengenal Hasil Tawon Madu*, Penerbit Pradnya Paramita Jakarta.
- Hadiwiyoto, S., 1994. *Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya*, Liberty, Yogyakarta.
- Holt, C. dan Roginski, H., 2001. Milk Proteins : Biological and Food Aspects of Structure and Function, In Sikorski Z.E. *Milk Protein*.
- Hutkins, R. W., 2006. *Food, Fermentation and Microorganisms*. Blackwell Science Ltd a Blackwell Publishing company
- Kakade, M.L. and Liener, I. E., 1969. Determination of available lysine in proteins. *Department of Biochemistry, College of Biological Sciences, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota 55101, USA*
- Lampert, L.M., 1975. *Modern Dairy Product*. Chemical Publishing Co., Inc., New York, 3<sup>rd</sup> ed.
- Lau, K. Y., Barbano, D.M. and Rasmussen, R.R., 1990. Influence of pasteurization on fat and nitrogen recoveries and Cheddar cheese yield. *J. Dairy Sci.* 73:561–570.
- Lucey, J.A. 2004. *Formation, structural properties and rheology of acid- coagulated milk gels*, In *Cheese: chemistry, physics, and microbiology*, 3rd edn. (eds. P.F. Fox and P.L.H. McSweeney), Elsevier Applied Science, Burking, Essex. (Article in press)
- McSweeney, P. L. H., Lynch, C. M., Walsh, E. M., Fox, P. F., Jordan, K. N., Cogan, T. M. and Drinan, F. D., 1995. Role of non-starter lactic acid bacteria in Cheddar cheese ripening. 4th Cheese Symposium, *TEAGASC/University College Cork, Ireland*
- Muchtadi, D., 1989. *Evaluasi nilai Gizi Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.
- O'Mahony, F., 1988. *Rural Dairy Technology*, ILCA Manual No. 4. Dairy Technology Unit, International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa, Ethiopia
- Porter, J.W.G., 1975. *Milk and Dairy Foods*. Oxford University Press, London.
- Spreer, E., 1998. *Milk and Dairy Product Technology*. Marcel Dekker, Inc., New York, USA
- Wang, H., O'Sullivan, D.J., Baldwin, K.A. and McKay, L.L., 2000. Cloning, sequencing, and expression of the pyruvate carboxylase gene in *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* C2. *Appl Environ Microbiology* 66, 1223– 1227.

#### BIODATA PENULIS :

**Novita Indrianti**, dilahirkan di Sleman, 23 November 1987. Memperoleh gelar sarjana tahun 2009 di Universitas Gadjah Mada Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian. Saat ini bekerja sebagai Peneliti Pertama Bidang Pangan di Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna, LIPI.