

Kajian Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Ras Terhadap Kadar Kalsium, Viskositas, dan Mutu Organoleptik Susu Kedelai

Ayu Intan Safitri*, Nurul Muslihah*, Sri Winarsih**

ABSTRAK

Susu kedelai merupakan minuman yang mempunyai kandungan protein yang hampir sama dengan susu sapi. Namun, kandungan kalsiumnya lebih rendah yaitu sekitar 50 mg/240 ml sehingga diperlukan penambahan kalsium yang salah satunya didapat dari cangkang telur ayam ras. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung cangkang telur ayam ras terhadap kadar kalsium, viskositas, dan mutu organoleptik susu kedelai. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan rancangan penelitian berupa rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan empat perlakuan yaitu P0 (kontrol), P1 (20 % ALG), P2 (40 % ALG), dan P3 (60 % ALG). Analisis data kadar kalsium menggunakan uji *one way* ANOVA yang dilanjutkan dengan uji *post hoc* Tukey. Data nilai viskositas dan mutu organoleptik dianalisis menggunakan Kruskal Wallis. Taraf perlakuan terbaik ditentukan dengan menggunakan metode pembobotan (de Garmo). Hasil analisis statistik menggunakan *one way* ANOVA menunjukkan adanya peningkatan kadar kalsium ($p = 0.000$). Hasil uji lanjut dengan menggunakan *post hoc* Tukey menunjukkan antara P0 dengan P1, P2, dan P3 serta P1 dan P3 menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil analisis statistik menggunakan Kruskal Wallis menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada nilai viskositas ($p = 0,059$) dan penerimaan panelis terhadap variabel warna ($p = 0,839$), rasa ($p = 0,690$), dan aroma ($p = 0,725$). Taraf perlakuan terbaik berdasarkan metode de Garmo adalah P3 (60 % ALG) dengan nilai produk tertinggi yaitu 0,731. Kesimpulan dari penelitian ini adalah susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras mengalami peningkatan kadar kalsium dan tidak berbeda signifikan dalam viskositas dan mutu organoleptiknya.

Kata kunci : Kalsium, Mutu organoleptik, Susu kedelai, Tepung cangkang telur ayam ras, Viskositas.

Effect of Enrichment of Soy Milk with Chicken Eggshell Powder to Calcium Level, Viscosity, and Organoleptic Quality

ABSTRACT

Soy milk is a beverage which contains protein as much as cow's milk, but it has lower calcium content (50 mg/240 ml). Therefore, additional calcium is needed by adding one of high-contented calcium substances such as chicken eggshell. The aim of this study was to investigate the effect of soy milk enrichment using the chicken eggshell powder to calcium level, viscosity, and organoleptic quality. This experimental study used one factor completely randomized design, with four treatments: P0 (control), P1 (20 % ALG), P2 (40 % ALG), and P3 (60 % ALG). Calcium level data were analyzed using one way ANOVA and post hoc Tukey test subsequently. Viscosity value and organoleptic quality were analyzed by using Kruskal Wallis test. The best treatment was determined by using de Garmo method. Statistical analysis using one way ANOVA test showed significant difference in calcium level ($p = 0.000$) among the treatments. The analysis was followed by post hoc Tukey test which also showed significant differences between control and treatment groups; and between P1 and P3. Statistical analysis using Kruskal Wallis showed no significant difference in viscosity value ($p = 0.059$) and panelists acceptance on color ($p = 0.839$), taste ($p = 0.690$), and flavour ($p = 0.725$) variables. The best treatment according to de Garmo method was P3 (60% ALG) which has the highest product value (0.731). This study showed that soy milk enrichment using the chicken eggshell powder was able to increase calcium level, and there were no significant change in viscosity and organoleptic qualities as the result of its addition.

Keywords : Calcium, Chicken egg shell powder, Organoleptic quality, Soy milk, Viscosity.

* Program Studi Ilmu Gizi, FKUB

** Lab Mikrobiologi, FKUB

PENDAHULUAN

Susu kedelai merupakan salah satu hasil pengolahan kedelai yang cukup diminati oleh masyarakat sekarang ini. Selain bahan bakunya mudah didapat dan harganya lebih murah dari susu sapi, susu kedelai juga memiliki kandungan gizi yang tinggi (terutama protein) serta bisa dikonsumsi oleh penderita *lactose intolerance*.¹ Namun demikian, susu kedelai mempunyai kekurangan yaitu kandungan kalsiumnya yang rendah yaitu hanya sekitar sepertiga dari kandungan kalsium susu sapi (50 mg).²

Kalsium merupakan salah satu zat gizi yang kurang diperhatikan oleh masyarakat Indonesia dalam pemenuhan kebutuhan hariannya. Asupan kalsium untuk masyarakat Indonesia masih rendah. Data yang berasal dari Departemen Kesehatan RI tahun 2002 menunjukkan bahwa asupan rata-rata kalsium orang Indonesia hanya 254 mg/hari. Padahal, massa tulang yang dibentuk secara optimal di usia anak-anak dan remaja akan menjadi senjata ampuh untuk mencegah osteoporosis.³ Kekhawatiran akan kurang memadainya masukan kalsium melalui bahan pangan dapat diatasi dengan upaya penambahan kalsium pada pangan.⁵

Cangkang telur ayam ras merupakan limbah dapur yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Potensi limbah cangkang telur ayam ras di Indonesia cukup besar. Sebagai gambaran, produksi telur ayam ras nasional pada tahun 2009 sebesar 1.071.398 ton. Jika rata-rata berat telurnya 60 g, cangkang telur yang dihasilkan dalam setahun adalah 178.566,33 ton.⁶ Cangkang telur ayam ras mengandung hampir 95,1 % garam, 3,3 % bahan organik, dan 1,6 % air. Sebagian besar bahan organik tersebut terdiri atas persenyawaan kalsium karbonat (CaCO_3) sekitar 98,5 % dan magnesium karbonat (MgCO_3) sekitar 0,85 %.⁷

Cangkang telur ayam tersebut dapat diolah menjadi tepung untuk meningkatkan kandungan kalsium dalam suatu makanan. Tepung cangkang telur sebanyak 0,4 % pernah ditambahkan pada puding bakar, es krim, kue dasar, muffin, *yeast roll*, *popovers* dan mayonaise. Penambahan tersebut terbukti meningkatkan kandungan kalsium makanan tanpa mempengaruhi kualitas palatabilitas dan pemasakan makanan tersebut.⁸

Suatu produk cair seperti susu kedelai harus memiliki sifat fisik yang sesuai untuk menghindari terjadinya penyimpangan mutu. Salah satu sifat fisik susu kedelai yang penting adalah viskositas.⁹ Selain itu, mutu organoleptik juga sangat berperan penting terhadap penerimaan konsumen.¹⁰

Dengan mempertimbangkan berbagai uraian di atas, pada penelitian ini akan dilakukan penambahan tepung cangkang telur ayam ras pada susu kedelai untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kadar kalsium, viskositas, dan mutu organoleptik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan 4 perlakuan dan 3 kali pengulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu penambahan tepung cangkang telur ayam ras pada susu kedelai yang mengacu kepada Acuan Label Gizi (ALG) untuk pemenuhan kebutuhan kalsium konsumen pada produk pangan (800 mg). Dalam setiap perlakuan tersebut kemudian diukur nilai viskositas, kadar kalsium, dan mutu organoleptik (warna, rasa, dan aroma).

Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan yaitu pada bulan Februari 2003. Pembuatan tepung cangkang telur ayam ras dilakukan di Laboratorium Teknologi Processing Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Pengujian kalsium dan

nilai viskositas dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian. Sedangkan untuk pengujian organoleptik dilakukan di Laboratorium Dietetik Fakultas Kedokteran. Sampel susu kedelai bubuk yang digunakan untuk keseluruhan pengujian sebanyak 1080 gram. Susu kedelai bubuk yang digunakan tersebut merupakan susu bubuk yang diproduksi dalam skala rumah tangga dan belum mendapat fortifikasi kalsium. Jumlah penambahan tepung cangkang telur ayam ras pada tiap perlakuan telah ditentukan berdasarkan hasil penelitian pendahuluan. Pada perlakuan 0 atau kontrol (P0) penambahan tepung cangkang telur ayam ras sebesar 0 % (0 g ALG di dalam 240 ml susu kedelai). Pada perlakuan 1 (P1) penambahan tepung cangkang telur ayam ras sebesar 20 % (2,20 g ALG di dalam 240 ml susu kedelai), perlakuan 2 (P2) penambahan tepung cangkang telur ayam ras sebesar 40 % (ALG 4,42 g di dalam 240 ml susu kedelai), dan perlakuan 3 (P3) penambahan tepung cangkang telur ayam ras sebesar 60 % (6,64 g ALG di dalam 240 ml susu kedelai).

Penelitian ini terdiri atas penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan terdiri dari tiga tahap yaitu pembuatan tepung cangkang telur ayam ras, pengujian kandungan kalsium tepung cangkang telur, serta penentuan jumlah penambahan tepung cangkang telur ayam ras pada susu kedelai bubuk. Penelitian utamanya adalah penambahan tepung cangkang telur ayam ras pada susu kedelai, melakukan uji viskositas, analisis kadar kalsium, dan uji organoleptik susu kedelai yang telah mendapat penambahan tepung cangkang telur ayam ras tersebut. Pembuatan tepung cangkang telur ayam ras dilakukan dengan menggunakan metode Wahyuni.¹¹ Pembuatan tepung cangkang telur ini diawali dengan pencucian cangkang telur dari kotoran-kotoran dan selaput telur

yang melekat. Kemudian dikeringkan dengan panas matahari selama 6-8 jam. Setelah itu, dilakukan pengecilan ukuran (0,5-1 cm). Cangkang telur tersebut kemudian direbus pada suhu 100 °C selama 15 menit. Kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 60 °C selama 1 hari. Setelah itu, diblender dan disaring dengan ukuran 100 mesh.

Pengujian kalsium dilakukan dengan metode absorpsi atom spektrofotometri (AAS). Pengujian viskositas dilakukan dengan alat viskometer. Pengujian organoleptik susu kedelai tersebut dilakukan dengan metode *hedonic rating test* dengan 5 skala kesukaan. Panelis yang digunakan adalah panelis agak terlatih sebanyak 34 orang. Untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing perlakuan maka digunakan uji statistik. Nilai viskositas dan mutu organoleptik diuji dengan uji Kruskal Wallis. Sedangkan kadar kalsium diuji dengan *one way ANOVA* dilanjutkan dengan uji *post hoc* Tukey dengan nilai $p \leq 0,05$.

HASIL

Pembuatan Tepung Cangkang Telur Ayam Ras

Dalam setiap tahapan proses pembuatan tepung cangkang tersebut, terjadi perubahan berat dengan satuan gram (g) yang berkaitan dengan perubahan kandungan air dalam bahan akibat penguapan sehingga menyebabkan terjadinya penurunan berat bahan. Berat cangkang telur awal adalah 1700 g. Setelah mengalami proses pembersihan dan pengovenan, beratnya berkurang menjadi 1200 g. Cangkang telur sebanyak itu kemudian dihaluskan menjadi bentuk tepung (serbuk). Setelah dihaluskan, beratnya kembali berkurang menjadi 900 g. Tepung cangkang telur tersebut kemudian disimpan di dalam *freezer* supaya tepung tetap dalam kondisi baik dan dapat tahan lama.

Berdasarkan pengujian kalsium dengan metode AAS, didapatkan hasil bahwa dalam 100 g tepung cangkang telur ayam ras terdapat 7,2 g kalsium.

Pengujian Kalsium Susu Kedelai Bubuk

Dari hasil pengujian dengan menggunakan metode AAS, didapatkan hasil bahwa dalam 100 g susu kedelai bubuk tersebut terdapat 5,9 mg kalsium.

Penentuan Jumlah Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Ras terhadap Daya Terima Awal Susu Kedelai

Penentuan ini dilakukan dengan metode *trial and error* untuk mengetahui jumlah penambahan mana yang masih bisa diterima panelis dari segi organoleptik. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi karakter awal organoleptik penambahan tepung cangkang telur tersebut pada susu kedelai.

Tabel 1. Hasil pengujian organoleptik penambahan tepung cangkang telur ayam ras pada susu kedelai dengan menggunakan uji hedonik

Perlakuan	Jumlah Penambahan Tepung Cangkang Telur (g)	Skor Organoleptik		
		Warna	Aroma	Rasa
P0	0 (0 % ALG)	4,4	4,2	4,2
P1	2,20 (20 % ALG)	4,2*	4*	4*
P2	3,31 (30 % ALG)	4,2*	4,2*	3,8*
P3	4,42 (40 % ALG)	3,6*	3,4*	3,4*
P4	5,53 (50 % ALG)	3,2*	3*	3*
P5	6,64 (60 % ALG)	2,8*	2,6*	2,4*
P6	7,75 (75 % ALG)	2	2,2	2,4
P7	8,86 (80 % ALG)	1,6	1,6	1,2

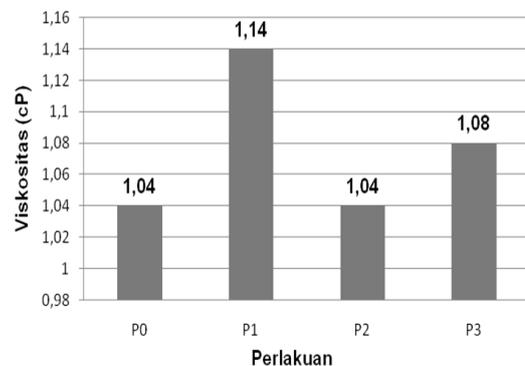
Keterangan : * = suka

Hasil rerata uji hedonik menunjukkan bahwa P1, P2, P3, dan P4 lebih disukai oleh panelis, baik dari warna, rasa, dan aroma, sedangkan mulai P5 penerimaan panelis terhadap rasa atribut organoleptik susu kedelai yang diberi penambahan tepung cangkang telur ayam ras sudah mulai menjadi antara tidak suka dengan netral. Hal ini terjadi karena karakteristik awal dari rasa tepung cangkang telur tersebut adalah agak pahit dan sedikit berpasir karena tingginya kadar kalsium. Berdasarkan hasil rerata kesukaan panelis pada uji organoleptik maka perlakuan terpilih adalah P1, P3, dan P5. P2 dan P4 tidak terpilih sebagai perlakuan karena rentangnya tidak terlalu jauh sehingga kemungkinan perubahan atribut organoleptik tidak terlalu signifikan dengan perlakuan sebelumnya. P5 dipilih sebagai perlakuan karena sudah mulai menunjukkan

perubahan skor mutu organoleptik yang signifikan dan masih dalam rentang penerimaan yang netral.

Mutu Fisik (Viskositas) Susu Kedelai

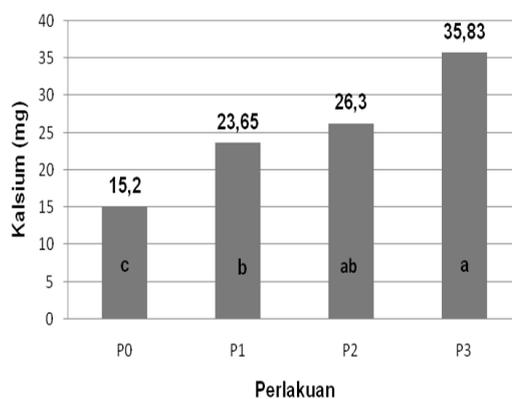
Mutu fisik susu kedelai yang dianalisis adalah viskositas. Hasil uji analisis disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Viskositas susu kedelai pada tiap perlakuan

Hasil uji statistik Kruskal Wallis pada tingkat kepercayaan 95 % ($p < 0.05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur ayam ras tidak memberikan perbedaan yang signifikan ($p = 0,059$) terhadap viskositas susu kedelai. Berdasarkan Gambar 1, dapat terlihat bahwa viskositas susu kedelai setelah diberi penambahan tepung cangkang telur adalah naik turun. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pemberian tepung cangkang telur pada susu kedelai kurang mempengaruhi nilai viskositas.

Kadar Kalsium Susu Kedelai



Gambar 2. Kadar kalsium susu kedelai pada tiap perlakuan

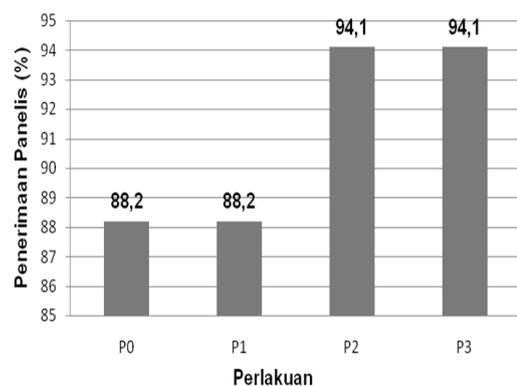
Hasil uji statistik *one way* ANOVA pada tingkat kepercayaan 95 % ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur ayam ras memberikan perbedaan yang signifikan ($p = 0,000$) terhadap kadar kalsium susu kedelai. Berdasarkan rerata kadar kalsium pada masing-masing sampel susu kedelai, nilai tertinggi ditunjukkan pada P3 (susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras 60 %) yaitu $35,83 \pm 4,35$ mg/240 ml. Sementara rerata kadar kalsium terendah ditunjukkan pada sampel perlakuan P0 (susu kedelai kontrol), yaitu $15,20 \pm 2,20$ mg/240 ml. Hal ini menunjukkan bahwa makin tinggi penambahan tepung cangkang telur yang diberikan, maka makin tinggi pula

kadar kalsium yang terkandung seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Hasil uji statistik lanjutan dengan menggunakan *post hoc* Tukey menunjukkan bahwa antara pasangan perlakuan susu kedelai tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam ras (P0) dengan perlakuan susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras 20 % ALG (P1) menunjukkan hasil yang berbeda signifikan. Pasangan perlakuan susu kedelai tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam ras (P0) dengan perlakuan susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras 40 % ALG (P2) menunjukkan hasil yang berbeda signifikan. Pasangan perlakuan susu kedelai tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam ras (P0) dengan perlakuan susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras 60 % ALG (P3) menunjukkan hasil yang berbeda signifikan. Pasangan perlakuan susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras 20 % (P1) dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras 60 % (P3) menunjukkan hasil yang berbeda signifikan.

Mutu Organoleptik Susu Kedelai

Warna



Gambar 3. Persentase penerimaan panelis terhadap variabel warna susu kedelai

Dari Gambar 3 di atas, dapat kita ketahui bahwa terjadi peningkatan tingkat

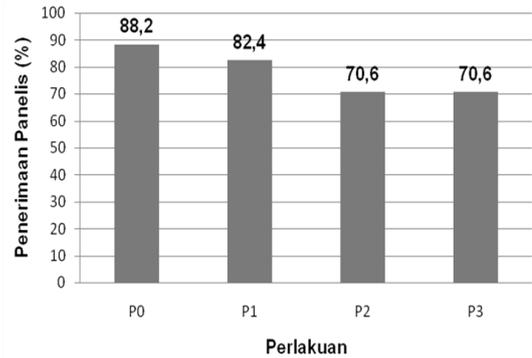
kesukaan panelis terhadap warna sampel susu kedelai yang disajikan. Persentase tertinggi penerimaan panelis terhadap warna susu kedelai ditunjukkan pada P2 dan P3 (susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur 40 % dan 60 %) yaitu 94,1%. Sementara persentase penerimaan panelis yang terendah ditunjukkan pada sampel perlakuan P0 dan P1 (susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur 0 % dan 20 %) yaitu 88,2 %.

Hasil uji statistik dengan menggunakan Kruskal Wallis pada tingkat kepercayaan 95 % ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur ayam ras tidak memberikan perbedaan yang signifikan ($p = 0,839$) terhadap parameter mutu organoleptik warna susu kedelai.

Rasa

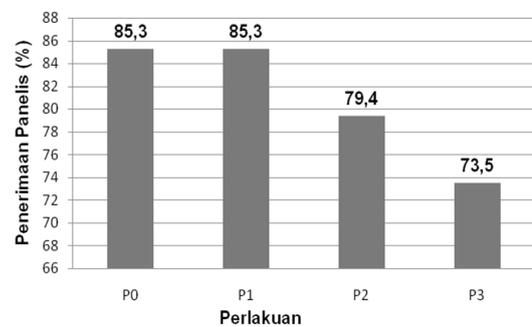
Terjadi penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sampel susu kedelai yang disajikan. Berdasarkan Gambar 4, persentase tertinggi penerimaan panelis terhadap rasa sampel susu kedelai ditunjukkan pada P0 (susu kedelai tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam ras) yaitu 88,2 %. Sementara persentase penerimaan panelis yang terendah ditunjukkan pada sampel perlakuan P2 dan P3 (susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras sebesar 40 % dan 60 %) yaitu 70,6 %.

Hasil uji statistik dengan menggunakan Kruskal Wallis pada tingkat kepercayaan 95 % ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur ayam ras tidak memberikan perbedaan yang signifikan ($p = 0,690$) terhadap parameter mutu organoleptik rasa susu kedelai.



Gambar 4. Persentase penerimaan panelis terhadap rasa susu kedelai

Aroma

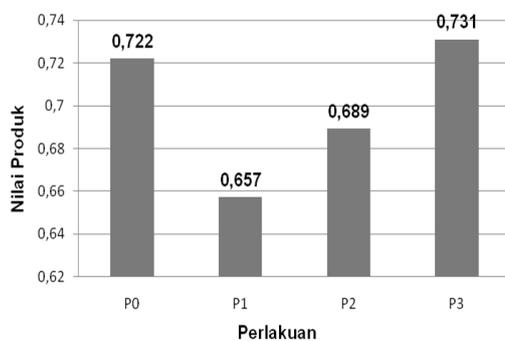


Gambar 5. Persentase penerimaan panelis terhadap aroma susu kedelai

Pada Gambar 5, dapat kita ketahui bahwa terjadi penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma sampel susu kedelai yang disajikan. Persentase tertinggi penerimaan panelis terhadap aroma susu kedelai ditunjukkan pada P0 (susu kedelai tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam ras) yaitu 85,3 %. Sementara persentase penerimaan panelis yang terendah ditunjukkan pada sampel perlakuan P3 (susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras sebesar 60 %) yaitu 73 %. Hasil uji statistik dengan menggunakan Kruskal Wallis pada tingkat kepercayaan 95 % ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur ayam ras tidak memberikan perbedaan yang signifikan ($p = 0,725$) terhadap parameter mutu organoleptik aroma susu kedelai.

Penentuan Taraf Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik dilakukan berdasarkan hasil penilaian panelis dari aspek mutu fisik (viskositas), kadar kalsium, dan mutu organoleptik (warna, aroma, dan rasa) dengan skala penilaian 1-5 dimulai dari kurang penting hingga terpenting. Setelah itu, dilakukan perhitungan hingga diperoleh nilai efektifitas pada masing-masing perlakuan. Nilai efektifitas tersebut digunakan untuk menghitung nilai produk. Perlakuan terbaik diperoleh dari nilai produk tertinggi.



Gambar 6. Nilai produk pada tiap perlakuan

Pada Gambar 6 terlihat bahwa taraf perlakuan P3 (penambahan tepung cangkang telur ayam ras sebesar 6,64 g (60 %) memiliki total NP (nilai produk) tertinggi yaitu sebesar 0,731.

PEMBAHASAN

Viskositas Susu Kedelai

Viskositas adalah gesekan atau gaya perlawanan untuk mengalir antar lapisan cairan.¹² Pengukuran viskositas dalam pengolahan bahan pangan dibutuhkan karena ada beberapa kegunaan yang berkaitan dengan kesukaan dan penerimaan konsumen. Pada penelitian terdahulu, diketahui bahwa perubahan viskositas makanan atau minuman dapat mengubah rasa dan bau yang timbul karena dapat mempengaruhi kecepatan timbulnya rangsangan terhadap sel olfaktorik dan

kelenjar air liur.¹³ Besarnya viskositas dapat dipakai sebagai indeks jumlah zat padat yang terdapat dalam cairan. Semakin banyak jumlah zat padat, maka viskositas yang terdapat dalam cairan semakin besar. Hasil uji statistik Kruskal Wallis pada tingkat kepercayaan 95 % ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur ayam ras tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada viskositas susu kedelai ($p = 0,059$). Hal ini disebabkan pada saat pengujian dilakukan, suhu susu kedelai telah mengalami penurunan. Ketika suhu menurun, kelarutan tepung cangkang telur juga menurun dan menyebabkan terjadinya sedimentasi pada bagian dasar susu kedelai. Sedimentasi ini menyebabkan penurunan viskositas karena sedimentasi ini menurunkan jumlah fraksi zat terlarut pada susu kedelai tersebut.¹⁴

Kadar Kalsium Susu kedelai

Hasil uji statistik *one way* ANOVA pada tingkat kepercayaan 95 % ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur ayam ras memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar kalsium dalam susu kedelai ($p = 0,000$). Kadar kalsium dalam susu kedelai pada perlakuan tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam ras (P0) sampai dengan perlakuan penambahan 60 % tepung cangkang telur ayam ras (P3) mengalami peningkatan dari 15,20 mg menjadi 35,83 mg. Semakin banyak jumlah tepung cangkang telur ayam ras yang ditambahkan maka semakin meningkat kadar kalsium. Peningkatan ini disebabkan oleh tingginya kandungan kalsium dalam tepung cangkang telur tersebut. Kadar kalsium yang tinggi dalam tepung cangkang telur ini karena dalam cangkang telur ini terdapat bahan-bahan organik yang cukup besar yang didominasi oleh senyawa kalsium karbonat.⁵

Pada penelitian ini, kadar kalsium hasil analisis berbeda dengan kadar kalsium yang ditambahkan. Hal ini disebabkan oleh jenis kalsium pada tepung cangkang telur adalah kalsium karbonat. Kalsium yang berasal dari hewan seperti kalsium karbonat akan menjadi susah larut dalam cairan ketika berada dalam suhu ruang (25 °C).¹⁵ Hal ini bias terjadi ketika sampel diambil, suhu susu kedelai yang tadinya panas telah menurun sehingga kelarutan kalsium juga menurun. Kelarutan kalsium yang rendah pada sampel ini diduga mempengaruhi homogenitas pada saat pengambilan sampel. Selain faktor di atas, sumber protein pada bahan pangan sumber penambahan juga mempengaruhi kelarutan kalsium.¹⁶

Kadar kalsium pada susu kedelai yang telah diberi penambahan ini tidak akan berbeda jauh dengan jumlah kalsium dari tepung cangkang telur yang ditambahkan karena penambahan dilakukan pada tahap akhir pembuatan susu kedelai. Kadar kalsium yang tinggi pada susu kedelai ini tidak semuanya dapat diserap oleh tubuh. Hal ini disebabkan oleh bioavailabilitas kalsium pada tepung cangkang telur ini masih belum diketahui. Cangkang telur mengandung kalsium karbonat yang memiliki bioavailabilitas kira-kira sebesar $\pm 40\%$.¹⁵ Bioavailabilitas sebesar 40% ini termasuk kategori baik. Namun, susu kedelai memiliki kandungan fitat yang tinggi. Tingginya kandungan fitat ini dapat menyebabkan kalsium agak sulit diserap karena fitat akan mengikat kalsium menjadi senyawa kalsium fitat yang sulit diserap usus.¹⁷

Absorpsi kalsium juga dipengaruhi oleh rasio perbandingan kalsium dan fosfor pada bahan makanan. Rasio perbandingan kalsium dan fosfor pada makanan yang seimbang adalah 1:1,5. Pada susu kedelai dengan penambahan ini, kadar fosfornya belum diketahui sehingga perlu diadakan penelitian lebih lanjut. Hal ini cukup penting

dilakukan karena rasio kalsium dan fosfor yang seimbang dapat membantu absorpsi kalsium yang lebih baik.¹⁸

Mutu Organoleptik Susu Kedelai Warna

Warna merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan mutu dari suatu makanan. Warna menjadi penentu yang sangat penting dalam pemasaran makanan sebab warna merupakan salah satu profil visual yang menjadi kesan pertama konsumen dalam menilai makanan.¹⁹ Suatu makanan yang dinilai bergizi tinggi, rasanya enak, dan teksturnya sangat baik tidak akan diminati apabila memiliki warna yang tidak menarik.²⁰ Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator keseragaman, kematangan, atau kerusakan.²¹ Pengujian organoleptik dengan parameter warna dilakukan dalam penelitian ini dikarenakan sesuai SNI 01-3830-1995, warna merupakan salah satu syarat mutu susu kedelai.

Persentase penerimaan panelis terhadap warna susu kedelai hasil penambahan berkisar antara 88,2 %-94,1 %. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung cangkang telur ayam ras, maka penerimaan terhadap warna susu kedelai semakin meningkat. Warna susu kedelai hasil penambahan cenderung berubah menjadi agak putih. Warna yang lebih putih ini menaikkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna susu kedelai.

Hasil uji statistik dengan menggunakan uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur ayam ras tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kesukaan panelis ($p = 0,839$). Hal ini terjadi karena warna susu kedelai yang diberi penambahan tepung cangkang telur ayam ras relatif tidak terlalu berbeda untuk setiap perlakuan. Warna yang tidak terlalu berbeda antar perlakuan ini

cukup baik karena hal inilah yang diharapkan dalam penelitian ini.

Rasa

Rasa merupakan faktor penting dari suatu produk makanan yang akan mempengaruhi cita rasa. Rasa sangat berperan dalam menentukan keputusan akhir konsumen untuk menerima atau menolak suatu produk pangan. Rasa suatu bahan pangan dapat berasal dari sifat bahan itu sendiri atau karena adanya zat lain yang ditambahkan pada proses pengolahannya.²¹ Rasa dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu senyawa kimia, suhu, konsentrasi, dan interaksi dengan komponen rasa yang lain.¹³

Pengujian rasa terhadap susu kedelai pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kesukaan terhadap perubahan rasa akibat penambahan tepung cangkang telur pada pembuatan susu kedelai. Persentase penerimaan panelis terhadap rasa susu kedelai hasil penambahan berkisar antara 70,6 %-82,4 %. Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung cangkang telur ayam ras, maka penerimaan terhadap rasa susu kedelai semakin menurun. Rasa susu kedelai hasil penambahan cenderung berubah menjadi sedikit getir karena tingginya kadar kalsium. Rasa yang sedikit getir inilah yang menyebabkan menurunnya tingkat kesukaan panelis.

Hasil uji statistik dengan menggunakan uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur ayam ras tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap rasa susu kedelai tersebut ($p = 0,690$). Hal ini berarti bahwa susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur menghasilkan daya terima terhadap rasa yang tidak berbeda dengan susu kedelai kontrol. Kemungkinan rasa susu kedelai masih dapat dirasakan pada setiap perlakuan sehingga panelis masih

sulit membedakan rasa susu kedelai mana yang diberi penambahan tepung cangkang telur ayam lebih banyak.

Aroma

Aroma dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat diamati dengan indera pembau. Di dalam industri pangan, pengujian terhadap aroma dianggap penting karena dengan cepat dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk tentang diterima atau tidaknya produk tersebut. Sebelum mengkonsumsi tentu terlebih dahulu aroma makanan tercium oleh indera hidung, apabila aroma pada produk terlalu menyengat atau terkesan hambar akan membuat konsumen tidak tertarik untuk mengkonsumsi. Selain itu, aroma juga dapat digunakan sebagai indikator terjadinya kerusakan pada produk.¹³

Persentase penerimaan panelis terhadap aroma susu kedelai dengan perlakuan berkisar antara 73,5 %-85,3 %. Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung cangkang telur ayam ras, maka penerimaan terhadap aroma susu kedelai semakin menurun. Peningkatan tepung cangkang telur yang ditambahkan cenderung menyebabkan susu kedelai sedikit beraroma seperti sabun (*soapy*). Aroma seperti inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan tingkat kesukaan panelis.

Taraf Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik pada susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras menggunakan metode de Garmo yang didasarkan pada hasil uji parameter mutu fisik (viskositas), kadar kalsium, dan mutu organoleptik (warna, rasa, dan aroma).²² Hal ini dilakukan berdasarkan pemilihan panelis terhadap parameter yang penting dari sifat susu kedelai. Perlakuan dengan nilai produk (NP) tertinggi dipandang sebagai perlakuan

variabel yang berperan dalam menentukan mutu produk.

Berdasarkan analisis terhadap nilai produk, susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam sebesar 60 % ALG (6,64 g/ 240 ml) terpilih sebagai perlakuan susu kedelai terbaik untuk semua parameter (viskositas, kalsium, warna, rasa, dan aroma). Hal ini didukung oleh penerimaan panelis yang cukup baik terhadap warna, rasa, dan aroma. Selain itu, berdasarkan analisis kalsium, kandungan kalsium susu kedelai pada perlakuan tersebut relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Penerimaan panelis terhadap susu kedelai yang diberi penambahan tepung cangkang telur yang tinggi (P3) ini cukup memberikan gambaran bahwa secara umum produk ini akan bisa diterima oleh konsumen.

Sebelum diberikan penambahan kalsium, susu kedelai ini telah memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap dan hampir bisa menggantikan posisi susu sapi sebagai minuman yang bergizi. Namun, karena rendahnya kandungan kalsium, susu kedelai ini menjadi sedikit kurang bersaing dengan susu sapi. Dengan penambahan kalsium tersebut, kandungan gizi susu kedelai menjadi semakin lengkap. Dengan demikian, susu kedelai bisa direkomendasikan sebagai minuman fungsional untuk mencukupi kebutuhan gizi dan mencegah timbulnya penyakit degeneratif.

Meskipun bisa direkomendasikan sebagai minuman fungsional, produk ini masih memiliki beberapa kelemahan yang harus diperbaiki. Kelemahan tersebut adalah:

a. Kelarutan kalsium yang berasal dari tepung cangkang telur yang rendah. Hal ini bisa diatasi dengan melakukan ekstraksi kalsium. Setelah kalsium berhasil diekstraksi, kalsium ini kemudian ditambahkan saat proses pembuatan susu

kedelai bubuk.²³ Untuk meningkatkan kelarutan kalsium hasil ekstraksi tersebut, maka bisa ditambahkan bahan pengkelasi (*chelating agent*) seperti dekstrin dan tripotassium sitrat.¹⁵

b. Rasa yang agak getir dan aroma sedikit seperti sabun (*soapy*). Hal ini dapat ditutupi dengan penambahan bahan pengkelasi (*chelating agent*) seperti tripotassium sitrat dan penggunaan bahan penstabil seperti karagenan. Selain itu, bisa ditambahkan pula perasa atau essence untuk meningkatkan kesukaan panelis.¹⁵

c. Absorpsi kalsium yang rendah karena tingginya kandungan fitat dalam susu kedelai. Kandungan asam fitat yang tinggi ini dapat diminimalkan dengan memfermentasikan susu kedelai menjadi yogurt. Yogurt akan memberikan kondisi lingkungan yang asam di usus halus. Kondisi ini akan meningkatkan absorpsi kalsium.²³

KESIMPULAN

1. Penambahan tepung cangkang telur ayam ras memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar kalsium susu kedelai.
2. Penambahan tepung cangkang telur ayam ras pada berbagai taraf perlakuan tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap viskositas susu kedelai.
3. Penambahan tepung cangkang telur ayam ras pada susu kedelai tidak berpengaruh signifikan terhadap mutu organoleptik (warna, aroma, dan rasa) untuk semua perlakuan.
4. Perlakuan terbaik menurut penilaian panelis adalah susu kedelai dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras sebanyak 60 %.

SARAN

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kelarutan tepung cangkang telur ayam ras.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berupa pengujian bioavailabilitas *in vitro* untuk mengetahui kadar kalsium yang terserap dan dimanfaatkan oleh tubuh pada susu kedelai yang diberi penambahan tepung cangkang telur ayam ras.
- Perlu dilakukan analisis zat gizi yang berpotensi dalam meningkatkan dan menurunkan bioavailabilitas kalsium pada susu kedelai yang telah diberi penambahan tepung cangkang telur ayam ras.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh kalsium yang ditambahkan terhadap kadar protein dan fitoestrogen pada susu kedelai.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk penambahan perasa atau *essence* untuk menyamakan rasa sedikit pahit dan aroma sabun (*soapy*) yang timbul dari susu kedelai yang diberi penambahan tepung cangkang telur ayam ras.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pemberian tepung cangkang telur ayam ras terhadap kadar kalsium tikus yang dikondisikan osteoporosis atau postmenopause.

DAFTAR PUSTAKA

1. Koswara S. Susu Kedelai Tak Kalah dengan Susu Sapi. *Intisari*. 2006; 36: 56-63.
2. Wahyuningsih M. Manfaat Cangkang Telur. 2010. (Online). <http://www.detikHealth.com/5817323.html>
3. Sulaiman M. Double Vitamin D and Calcium for Dislocated. 2009. (Online). http://mardalinasulaiman.blogspot.com/2009_08_01_archive.htm.
4. Syamsir E. Pangan Sumber Vitamin D untuk Pertumbuhan Tulang Anak. 2008. (online). <http://kulinologi.biz/preview.php?view&id=168>.
5. Dongoran N, Lilik K, Sri AM. Pembuatan Susu Kedelai Berkalsium Tinggi dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sanguineus*). *Media Gizi dan Keluarga*. 2007.
6. Mansur AR. Cangkang Telur Ternyata Bisa Jadi Pakan Ternak. 2010. (Online). <http://kampus.okezone.com/read/2010/11/03/372/389338/cangkang-telur-ternyata-bisa-jadi-pakan-ternak>.
7. Stadelman MJ, Cotterill OJ. *Egg Science and Technology*. Connecticut: The AVI Publishing Inc. 1995.
8. Meyer R, Baker RC, Scott MI. Effect of Hen Eggshell and other Calcium Source upon Eggshell Strength and Ultrastructure. *J Poultry Sci*. 1973; 52:949-955.
9. Muchtadi TR, Sugiyono. Penuntun Praktikum Ilmu Pengolahan Pangan. Bogor: Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor. 1989.
10. Soekarto ST. *Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Jakarta: Bharata Karya Aksara. 1985.
11. Wahyuni N. Karakteristik Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Madu Bubuk dengan Penambahan Tepung Kerabang Telur sebagai Sumber Kalsium. Skripsi. Bogor: Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. 2005.
12. Sukrisno HT. *Karakteristik Fisik dan Kimia Susu*. Jember: Politeknik Negeri Jember. 2011.
13. Winarno FG. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 1997.
14. Brown A. *Understanding Food: Principles and Preparation*. Belmon: Wadsworth Inc. 2000.
15. Jungbunzlauer. The Challenge of Calcium Fortification in Beverages.

- Innovations in Food Technology Issue*
14. Germany: Jungbunzlauer Ladenburg GmbH. 2002.
16. Blaney S, Zee JA, Mongeau R, Marin J. Combined Effects of Various Types of Dietary Fiber and Protein on In Vitro Calcium Availability. *J of Agric Food Chem.* 1996; 44:3587-3590.
 17. Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M. *Metabolisme Zat Gizi.* Jakarta: Pustaka Sinar Harapan. 1993.
 18. Schuette SA, Linkswiller SM. *Kalsium. Pengetahuan Gizi Mutakhir : Mineral.* Jakarta: Gramedia. 1988.
 19. Hidayat N, Dania WK, Nurika I. *Membuat Minuman Prebiotik dan Probiotik.* Surabaya: Trubus Agrisarana. 2006.
 20. Fennema, RO. *Food Chemistry.* 2nd edition. New York: Academic Press. 1985.
 21. Kartika B. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan.* Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM. 1988.
 22. de Garmo ED, Sullivan WG, Canada JR. *Engineering Economy.* New York: MacMillan Publishing Company. 1984.
 23. Safitri AH. *Pemanfaatan Ekstrak Limbah Cangkang Telur Sebagai Bahan Tambahan Pangan Es Krim Susu Kedelai Non-Kolesterol Tinggi Kalsium.* PKM-GT. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2011.