

## Kualitas susu kedelai hitam ditinjau dari kadar proksimat, aktivitas antioksidan dan kadar antosianin

### *The quality of black soybean milk seen from proximate level, antioxidant activity and anthocyanin level*

Delima Citra Dewi\*, Devillya Puspita Dewi, Gita Dewi Nur Laili, Hernawati Hernawati  
Program Studi Gizi Program Sarjana, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Respati  
Yogyakarta

Diterima: 26/07/2020

Ditelaah: 10/11/2020

Dimuat: 26/02/2021

#### Abstrak

**Latar Belakang:** Kedelai hitam mengandung antosianin yang berperan sebagai antioksidan. Pengembangan produk olahan berbahan dasar kedelai hitam yang dapat dimanfaatkan untuk masyarakat luas adalah susu. Analisis proksimat, aktivitas antioksidan dan kadar antosianin diperlukan untuk mengetahui kualitas dan potensi susu kedelai hitam sebagai produk pangan fungsional untuk mencegah penyakit degeneratif. **Tujuan:** Mengetahui pengaruh variasi pencampuran pada pembuatan susu kedelai hitam dilihat dari kadar proksimat, aktivitas antioksidan dan kadar antosianin. **Metode:** Jenis penelitian ini adalah eksperimen murni. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan tiga variasi perbandingan kedelai dan air yaitu 1:4 (A), 1:6 (B), dan 1:8 (C). Pembuatan produk dilakukan di Laboratorium Dietetik Gizi Universitas Respati Yogyakarta, sedangkan analisis proksimat, aktivitas antioksidan, dan antosianin dilakukan di Laboratorium Chemix Pratama, Yogyakarta. Pengamatan kadar protein dilakukan menggunakan metode *kjeldahl*, kadar lemak dengan metode *soxhlet*, kadar karbohidrat dengan perhitungan *by difference*, kadar air dengan metode *thermogravimetri*, dan kadar abu dengan metode pengabuan kering. Pengamatan aktivitas antioksidan dan antosianin dilakukan dengan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*). Kadar proksimat, aktivitas antioksidan dan kadar antosianin dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis* dan *Anova*. **Hasil:** Kadar proksimat dan aktivitas antioksidan terbaik yaitu pada susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:4 (500 g:2000 ml). Semakin besar perbandingan kedelai dengan air maka aktivitas antioksidan semakin kecil. Aktivitas antioksidan tertinggi yaitu pada perbandingan 1:4 (30,4065%). Pada uji kadar antosianin, kadar antosianin terbaik yaitu susu kedelai hitam A dengan perbandingan 1:4 (500 g:2000 ml). **Kesimpulan:** Ada pengaruh variasi pencampuran pembuatan susu kedelai hitam terhadap kadar proksimat, aktivitas antioksidan dan kadar antosianin.

**Kata kunci:** kedelai hitam; kadar proksimat; aktivitas antioksidan; kadar antosianin

#### Abstract

**Background:** Black soybean contains anthocyanin which acts as an antioxidant. Development of processed products made from black soybeans that can be used for the wider community is milk. Proximate analysis, antioxidant activity and anthocyanin levels are needed to determine the quality and potential of black soy milk as a functional food to prevent degenerative diseases. **Objective:** To determine the effect of variations in mixing of making black soybean milk seen from proximate levels, antioxidant activity and anthocyanin levels. **Methods:** Type of this research was a true experiment. The design used was a completely randomized design with three variations of the ratio of soybeans and water, namely 1:4 (A), 1:6 (B), and 1:8 (C). The milk was produced at Nutrition and Dietetics Laboratory of Universitas Respati Yogyakarta, while proximate analysis, antioxidant activity, and anthocyanins were carried out at Chemix Pratama Laboratory, Yogyakarta. Protein content was analyzed using *kjeldahl* method, fat content using *soxhlet* method, carbohydrate content using *by difference*, water content using *thermogravimetric* method, and ash content using *dry ashes* method. Observation of antioxidant and anthocyanin activities was carried out using DPPH (*1,1-diphenyl-2-pikrilhidrazil*) method. Proximate levels, antioxidant activity and anthocyanin levels were analyzed by *Kruskal-Wallis* test and *Anova*. **Results:** The best proximate levels and antioxidant activity were black soy milk 1:4 (500 g:2000 ml). The greater the ratio of soy to water, the smaller the antioxidant activity. The highest antioxidant activity was in the ratio of 1:4 (30.4065%). In the anthocyanin level test, the best anthocyanin level was black soy milk A with a ratio of 1:4 (500 g:2000 ml). **Conclusion:** There is an effect of variations in the mixing of making black soy milk on proximate levels, antioxidant activity and anthocyanin levels.

**Keywords:** black soybean; proximate levels; antioxidant activity; anthocyanin levels

## **PENDAHULUAN**

Kedelai merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia setelah beras dan jagung. Masyarakat memanfaatkan kedelai tidak hanya sebagai sumber protein, tetapi juga sebagai pangan fungsional untuk mencegah timbulnya penyakit degeneratif. Isoflavon yang terdapat pada kedelai berfungsi sebagai antioksidan (1). Kedelai hitam merupakan salah satu tanaman polong-polongan yang mempunyai beragam manfaat untuk kesehatan tubuh dan telah terbukti lebih unggul dibandingkan jenis kedelai lainnya. Varietas kedelai hitam Mallika merupakan varietas kedelai hitam yang banyak terdapat di Bantul dan dapat beradaptasi baik pada dataran tinggi maupun dataran rendah, baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau. Kedelai hitam memiliki kandungan protein sebesar 37% dan kandungan lemak 20% per 100 gram (2).

Varietas kedelai hitam Mallika memiliki kandungan daidzein, asam oleat dan linoleat paling tinggi dibandingkan varietas kedelai lainnya (3). Kelebihan dari varietas kedelai hitam Mallika yaitu mengandung antosianin, yang tidak dimiliki oleh kedelai kuning. Selain itu, kedelai hitam termasuk golongan kacang-kacangan yang juga memiliki kandungan flavonoid. Komponen senyawa bioaktif lainnya yang berfungsi sebagai antioksidan dalam kedelai hitam adalah isoflavon. Isoflavon pada kedelai mempunyai kemampuan sebagai antioksidan serta mencegah terjadinya kerusakan akibat radikal bebas. Rata-rata aktivitas penangkapan terhadap radikal bebas DPPH pada enam *genotip* kedelai hitam adalah 2,45–2,85 lebih tinggi dari kedelai kuning dan kedelai hijau (4).

Isoflavon pada kedelai hitam memiliki efek yang bermanfaat bagi kondisi diabetes melitus tipe 2 yaitu mampu meningkatkan serum insulin dan komponen insulin pankreas (5). Senyawa lain pada kedelai hitam yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi diabetes

melitus tipe 2 adalah asam amino esensial, vitamin E, saponin, flavonoid, isoflavon dan antosianin. Adanya manfaat kesehatan yang terdapat pada kedelai hitam menjadi dasar dibuatnya susu kedelai hitam. Pertimbangan lain pemanfaatan kedelai hitam sebagai bahan baku pangan fungsional adalah masih rendahnya pemanfaatan kedelai hitam dibandingkan kedelai kuning. Selama ini, pemanfaatan kedelai hitam terutama di Indonesia hanya sebatas sebagai bahan baku pembuatan kecap (6). Kedelai hitam memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku produk pangan selain kecap agar manfaat kesehatan tersebut dapat dirasakan oleh masyarakat luas dan diharapkan dapat meningkatkan diversifikasi pangan berbahan baku kedelai hitam (7). Salah satu pemanfaatan kedelai hitam yang dapat dilakukan ialah pembuatan susu berbahan dasar kedelai hitam. Analisis proksimat diperlukan untuk mengetahui kualitas produk susu kedelai dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia. Selain itu, analisis aktivitas antioksidan dan kadar antosianin diperlukan untuk mengetahui potensi susu kedelai hitam sebagai produk pangan fungsional untuk mencegah penyakit degeneratif.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dilakukan sebanyak satu unit percobaan, tiga variasi pencampuran dan dua kali pengulangan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Dietetik dan Gizi, Universitas Respati Yogyakarta pada bulan April 2018. Analisis proksimat, aktivitas antioksidan, dan antosianin dilakukan di Laboratorium Chemix Pratama, Yogyakarta.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah varietas kedelai hitam Mallika yang didapatkan di Pasar Bringharjo Yogyakarta. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, panci, blender, saringan, kain saring, baskom, botol, gelas, sendok

sayur, sendok makan, gelas ukur, kompor, dan tisu. Proses pembuatan susu kedelai hitam diawali dengan penyortiran kedelai hitam lalu dilakukan perendaman selama 12 jam dengan perbandingan antara kedelai dan air yaitu 1:3 (b/v). Selanjutnya, kedelai hitam hasil rendaman dicuci menggunakan air mengalir. Setelah itu, kedelai hitam diblender selama

dua menit dan dimatikan setiap satu menit, perbandingan antara kedelai dan air yaitu 1:4, 1:6 dan 1:8 (b/v). Langkah selanjutnya adalah proses pemanasan selama 15 menit. Pada saat proses pemanasan, dilakukan penambahan gula pasir dengan perbandingan 1:20 (b/v), kemudian dilakukan penyaringan menggunakan kain saring berukuran 80 *mesh*.

**Tabel 1. Komposisi dan formulasi susu kedelai hitam**

Komposisi	Formulasi		
	A (1:4)	B (1:6)	C (1:8)
Air (ml)	2000	3000	4000
Kedelai hitam (g)	500	500	500
Gula pasir (g)	100	150	200
Daun pandan (lembar)	3	3	3

Pengamatan kadar proksimat susu kedelai hitam meliputi kadar protein, lemak, karbohidrat, air dan abu. Pengamatan kadar protein dilakukan menggunakan metode *kjeldahl*, kadar lemak dengan metode *soxhlet*, kadar karbohidrat dengan perhitungan *by difference*, kadar air dengan metode *thermogravimetri*, dan kadar abu dengan metode pengabuan kering. Pengamatan aktivitas antioksidan dan antosianin dilakukan dengan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*).

Data protein, lemak, karbohidrat, abu, air, aktivitas antioksidan dan antosianin susu kedelai hitam disajikan dalam bentuk tabel. Untuk mengetahui adanya perbedaan kadar proksimat (kecuali kadar protein), aktivitas antioksidan dan antosianin di setiap perlakuan dilakukan analisis menggunakan uji *Anova*.

Apabila terdapat perbedaan nyata antara data yang dihasilkan, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan* untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan. Data kadar protein susu kedelai hitam dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis*. Apabila terdapat perbedaan nyata antara data yang dihasilkan, maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

## HASIL

### Kadar Proksimat

Uji kadar proksimat dilakukan pada tiga macam sampel variasi susu kedelai hitam, dan hasil uji terdapat pada **Tabel 2**. Masing-masing terdapat perbedaan kadar air dan karbohidrat pada ketiga variasi produk ( $p=0,008$ ;  $p<0,001$ ) namun tidak ada perbedaan pada kadar abu, protein, dan lemak (masing-masing  $p=0,790$ ;  $p=0,180$ ;  $p=0,902$ ).

**Tabel 2. Kadar proksimat susu kedelai hitam**

Proksimat	Rata-rata perlakuan			p
	A (1:4)	B (1:6)	C (1:8)	
Air (%) <sup>#</sup>	76,2020 <sup>a</sup>	77,1185 <sup>a</sup>	79,5411 <sup>b</sup>	0,008
Abu (%) <sup>#</sup>	0,3047 <sup>a</sup>	0,2472 <sup>a</sup>	0,2856 <sup>a</sup>	0,790
Protein (%) <sup>##</sup>	2,0058 <sup>a</sup>	2,2304 <sup>a</sup>	2,0016 <sup>a</sup>	0,180
Lemak (%) <sup>#</sup>	0,1643 <sup>a</sup>	0,1491 <sup>a</sup>	0,1374 <sup>a</sup>	0,902
Karbohidrat (%) <sup>#</sup>	21,024 <sup>a</sup>	19,3975 <sup>b</sup>	17,2292 <sup>c</sup>	<0,001

Notasi huruf yang berbeda (a,b,c) pada baris yang sama menyatakan ada perbedaan yang nyata

<sup>#</sup> hasil uji Duncan

<sup>##</sup> hasil uji Mann Whitney

### Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan antioksidan suatu bahan makanan atau pangan dalam menghambat radikal bebas.

Antioksidan adalah suatu senyawa kimia yang dalam kadar tertentu mampu menghambat atau memperlambat kerusakan lemak dan minyak akibat proses oksidasi (8).

**Tabel 3. Aktivitas antioksidan susu kedelai hitam**

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata aktivitas antioksidan (%)	p
A (1:4)	30,5691%	30,2439%	30,4065 <sup>c</sup>	<0,001
B (1:6)	24,3902%	24,7154%	24,5528 <sup>b</sup>	
C (1:8)	20,9756%	20,4878%	20,7317 <sup>a</sup>	

Notasi huruf yang berbeda (a,b,c) pada kolom yang sama menyatakan ada perbedaan yang nyata berdasarkan hasil uji Duncan

**Tabel 3** menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan air dalam pembuatan susu kedelai hitam, aktivitas antioksidan semakin rendah dan menunjukkan beda nyata pada masing-masing perlakuan. Susu kedelai hitam 1:4 memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi (30,4065%) sedangkan aktivitas antioksidan terendah pada susu kedelai hitam 1:8 (20,7317%). Hal ini dikarenakan pada setiap perlakuan pembuatan susu kedelai hitam menggunakan jumlah kedelai yang sama dengan perbandingan air yang berbeda.

Semakin sedikit perbandingan kedelai hitam dengan air, maka semakin tinggi aktivitas antioksidan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa aktivitas antioksidan semakin menurun seiring dengan banyaknya proporsi air (9).

### Kadar Antosianin

Hasil uji kadar antosianin dapat dilihat pada **Tabel 4**. Semakin tinggi jumlah air yang terdapat dalam formulasi susu kedelai hitam, semakin rendah kadar antosianin yang terdapat pada susu kedelai hitam.

**Tabel 4. Kadar antosianin susu kedelai hitam**

Variasi susu kedelai hitam	Rata-rata kadar antosianin (mg/1000g)	p
Susu kedelai hitam A (1:4)	25,4188 <sup>c</sup>	<0,001
Susu kedelai hitam B (1:6)	22,8639 <sup>b</sup>	
Susu kedelai hitam C (1:8)	16,2164 <sup>a</sup>	

Notasi huruf yang berbeda (a,b,c) pada kolom yang sama menyatakan ada perbedaan yang nyata pada susu kedelai hitam

## **PEMBAHASAN**

### **Kadar Protein**

Protein merupakan komponen utama dalam sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Protein memiliki fungsi khas yang tidak dapat diganti oleh zat lain, yaitu membangun serta memelihara sel-sel dan jaringan tubuh (10). Protein merupakan suatu zat makanan yang sangat penting bagi tubuh, karena disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur (11). Hasil uji kadar protein pada susu kedelai hitam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh variasi pencampuran susu kedelai hitam terhadap kadar protein ( $p=0,180$ ). Susu kedelai hitam 1:6 memiliki kadar protein tertinggi (2,2304%) dan kadar protein terendah terdapat pada susu kedelai hitam 1:8 (2,0058%). Hal ini tidak sejalan dengan studi sebelumnya yang menyatakan bahwa pada perbandingan 1:6 (2,79%), 1:8 (2,67%) dan 1:10 (2,53%) menunjukkan semakin kecil perbandingan kedelai dengan air maka semakin tinggi pula kadar protein (12).

Penurunan kadar protein pada susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:4 (2,0057%) dikarenakan suhu yang digunakan kemungkinan tidak sama pada perlakuan. Suhu panas dapat menyebabkan terjadinya denaturasi protein. Dengan demikian, semakin banyak protein yang terdenaturasi oleh panas, semakin sedikit jumlah protein yang terekstrak dalam susu kedelai. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa tingkat denaturasi protein dipengaruhi oleh suhu dan waktu pemanasan selama pengolahan susu kedelai (13). Semakin banyak jumlah air yang ditambahkan, maka kandungan protein yang diperoleh semakin sedikit, sehingga perlu dilakukan peningkatan kandungan protein susu kedelai dengan cara mengurangi jumlah air pengestrak bahan baku. Untuk mendapatkan protein yang tinggi, perbandingan antara air dan kedelai pada tahap penggilingan sangat berpengaruh

besar (14). SNI 01–3830–1995 tentang syarat mutu susu kedelai menyatakan bahwa kadar protein susu kedelai minimal adalah 1,0%. Dengan demikian, kadar protein susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:4, 1:6, dan 1:8 pada hasil penelitian ini sudah memenuhi karakteristik atau mutu susu kedelai hitam berdasarkan SNI.

### **Kadar Lemak**

Hasil uji kadar lemak pada susu kedelai hitam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh variasi pencampuran susu kedelai hitam terhadap kadar lemak ( $p=0,902$ ). Semakin banyak perbandingan antara kedelai hitam dengan air menunjukkan kadar lemak susu kedelai hitam semakin menurun. Susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:4 memiliki kadar lemak tertinggi (0,1643%), sedangkan kadar lemak terendah terdapat pada susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:8 (0,1374%). Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kisaran kandungan lemak adalah 1,17–1,23%. Perbedaan hasil penelitian ini disebabkan oleh penggunaan varietas kedelai yang berbeda. Penurunan kandungan lemak pada setiap perlakuan disebabkan oleh lemak yang terhidrolisis oleh air dan adanya perlakuan suhu tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lemak yang berakibat menurunnya kandungan lemak pada susu kedelai (12). Reaksi hidrolisis terjadi bila ada air dan pemanasan. Penggunaan air dengan suhu tinggi akan menghasilkan energi yang terlalu tinggi dan dapat memecah struktur lemak (15). Air dan suhu yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya lipolisis atau reaksi hidrolisis lemak dan proses ini dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lemak pada susu kedelai (16). Berdasarkan SNI 01–3830–1995, standar kandungan lemak pada susu kedelai minimum 0,30%. Sementara itu, kandungan lemak dari tiga perlakuan susu kedelai hitam berada di bawah standar

SNI. Dengan demikian, kadar lemak pada susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:4, 1:6 dan 1:8 pada hasil penelitian ini belum memenuhi karakteristik atau mutu susu kedelai hitam berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3830-1995.

### **Kadar Karbohidrat**

Hasil uji kadar karbohidrat pada susu kedelai hitam menunjukkan adanya pengaruh variasi pencampuran pembuatan susu kedelai hitam terhadap kadar karbohidrat ( $p < 0,001$ ). Dari hasil analisis diketahui bahwa susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:4 memiliki kadar karbohidrat tertinggi yaitu 21,0241%, sedangkan kadar karbohidrat terendah terdapat pada susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:8 yaitu 17,2292%. Semakin banyak perbandingan kedelai hitam dengan air maka semakin sedikit kadar karbohidrat. Hal ini dikarenakan jumlah kedelai hitam yang digunakan pada setiap perlakuan adalah sama dengan penambahan air yang berbeda. Kadar karbohidrat pada penelitian ini ditentukan dengan metode *by difference* yang artinya kandungan tersebut diperoleh dari hasil pengurangan angka 100% dengan kadar air, abu, lemak dan protein (11). Rendahnya kadar karbohidrat dipengaruhi oleh tingginya kadar air, abu, protein, dan lemak. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyatakan komponen zat gizi yang memengaruhi besarnya kandungan karbohidrat diantaranya adalah kandungan protein, air, abu, dan lemak. Semakin rendah komponen zat gizi lain, maka kadar karbohidrat akan semakin tinggi. Begitu pula sebaliknya semakin tinggi komponen zat gizi lain maka kadar karbohidrat akan semakin rendah (17).

### **Kadar Air**

Hasil uji kadar air pada susu kedelai hitam menunjukkan bahwa ada pengaruh variasi pencampuran pembuatan susu kedelai hitam terhadap kadar air ( $p = 0,008$ ). Dari hasil analisis diketahui bahwa susu kedelai hitam

dengan perbandingan 1:8 memiliki kadar air tertinggi yaitu 79,5411% sedangkan kadar air terendah pada susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:4 yaitu 76,2020%. Semakin meningkatnya perbandingan kedelai hitam dengan air, maka kadar air susu kedelai hitam semakin tinggi. Hal ini dikarenakan penggunaan jumlah kedelai hitam yang sama pada setiap perlakuan dengan perbandingan air yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya, susu kedelai dengan perbandingan 1:8, dengan varietas kedelai yang berbeda, didapatkan rata-rata kadar air susu kedelai yang diolah dengan cara basah berkisar antara 91,1-94,0% (18), sedangkan pada penelitian lainnya diperoleh kadar air susu kedelai sebesar 91% (19). Cara pengolahan juga berpengaruh pada kadar air karena adanya proses perendaman yang mengakibatkan meningkatnya kadar air susu kedelai hitam. Setelah perendaman, kedelai akan mempunyai bobot 2,2 kali berat keringnya (20). Jumlah air, biji kedelai dan lama perendaman berpengaruh terhadap kadar air susu kedelai yang dihasilkan (18).

### **Kadar Abu**

Hasil uji kadar abu pada susu kedelai hitam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh variasi pencampuran pembuatan susu kedelai hitam terhadap kadar abu ( $p = 0,790$ ). Dari hasil analisis diketahui bahwa susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:4 memiliki kadar abu tertinggi yaitu 0,3047% sedangkan kadar abu terendah terdapat pada susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:8 yaitu 0,2472%. Semakin kecil perbandingan air pada pembuatan susu kedelai hitam, maka semakin besar pula kadar abunya. Hal ini dikarenakan jumlah kedelai hitam yang digunakan sama pada setiap perlakuan dengan perbandingan air yang berbeda. Kadar abu susu kedelai yang diolah secara basah relatif lebih rendah dibandingkan diolah secara kering. Hal ini berarti air dapat mempengaruhi kadar abu (21). Penelitian lainnya menunjukkan susu

kedelai hitam dengan perbandingan kedelai dengan air sebanyak 1:8, menggunakan kedelai dengan varietas yang berbeda, dan diolah secara basah, rata-rata kadar abunya yaitu 0,45%. Angka ini tidak jauh berbeda dengan penelitian ini (18).

#### **Aktivitas Antioksidan**

Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan antioksidan suatu bahan makanan atau pangan dalam menghambat radikal bebas. Antioksidan dalam pengertian kimia adalah senyawa pemberi elektron (*electron donors*) dan secara biologis antioksidan merupakan senyawa yang mampu mengatasi dampak negatif oksidan dalam tubuh seperti kerusakan elemen vital sel tubuh (22). Keseimbangan antara oksidan dan antioksidan sangat penting karena berkaitan dengan kerja fungsi sistem imunitas tubuh, terutama untuk menjaga integritas dan berfungsinya membran lipid, protein sel, dan asam nukleat, serta mengontrol transduksi sinyal dan ekspresi gen dalam sel imun (22). Hasil analisis aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan air dalam pembuatan susu kedelai hitam, maka aktivitas antioksidannya semakin rendah dan menunjukkan beda nyata pada masing-masing perlakuan. Susu kedelai hitam A memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi (30,4065%) sedangkan aktivitas antioksidan terendah pada susu kedelai hitam C (20,7317%). Hal ini dikarenakan pada setiap perlakuan pembuatan susu kedelai hitam menggunakan jumlah kedelai yang sama dengan perbandingan air yang berbeda. Semakin sedikit perbandingan kedelai hitam dengan air maka semakin banyak aktivitas antioksidannya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang mengungkapkan aktivitas antioksidan semakin menurun seiring dengan banyaknya proporsi air (9).

#### **Kadar Antosianin**

Hasil analisis kadar antosianin menggunakan uji *Anova* diperoleh nilai  $p < 0,001$  yang menunjukkan bahwa penambahan air dengan jumlah yang berbeda-beda pada pembuatan susu kedelai hitam memberikan pengaruh terhadap kandungan antosianin susu kedelai hitam. Semakin banyak air yang ditambahkan pada proses pembuatan susu kedelai hitam, kadar antosianin susu kedelai hitam semakin menurun. Analisis kadar antosianin kembali dilanjutkan dengan uji *Duncan* dan didapatkan hasil susu kedelai hitam B berbeda nyata dengan susu kedelai hitam A, susu kedelai hitam B berbeda nyata dengan susu kedelai hitam C, susu kedelai hitam C berbeda nyata dengan susu kedelai hitam A, dan susu kedelai hitam C berbeda nyata dengan susu kedelai hitam B.

Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa variasi susu kedelai hitam A (1:4), B (1:6), dan C (1:8) memiliki kandungan antosianin yang semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh penambahan air yang semakin meningkat sedangkan kedelai hitam yang ditambahkan memiliki jumlah yang sama. Antosianin bersifat larut dalam air. Warna yang disebabkan oleh antosianin sangat tergantung pada beberapa faktor, yaitu konsentrasi, pH, dan adanya pigmen lain. Konsentrasi antosianin yang rendah menyebabkan warna tidak merah melainkan ungu. Apabila konsentrasinya sangat tinggi, maka warnanya menjadi ungu tua atau bahkan hitam misalnya kedelai hitam. Pengaruh pH media pada antosianin sangat besar terutama dalam penentuan warnanya. Antosianin berwarna merah pada pH rendah (suasana asam), berwarna biru pada pH netral dan berwarna putih pada pH tinggi (basa) (8).

Antosianin dari kulit kedelai hitam merupakan antioksidan (23) yang diperlukan

tubuh untuk menetralkan dan mencegah kerusakan sel akibat radikal bebas dengan cara melengkapi kekurangan elektron dan menghambat terjadinya reaksi berantai pembentukan radikal bebas (24). Kandungan antosianin yang tinggi pada kedelai hitam mempunyai aktivitas antioksidan besar dan lebih tinggi dibandingkan tokoferol (25). Kandungan antosianin kedelai hitam yang terdapat pada bagian kulit hitamnya, mampu menghambat oksidasi LDL secara *in vitro* (26). Susu kedelai hitam yang dapat dikembangkan adalah susu kedelai hitam A dengan perbandingan kedelai dan air sebanyak 1:4 (500 g:2000 ml). Susu kedelai hitam tersebut memiliki kandungan antosianin lebih tinggi dibanding dengan kedua variasi susu kedelai hitam yang lain.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Kandungan susu kedelai hitam yang memenuhi standar SNI adalah kandungan protein. Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:4 dan aktivitas antioksidan terendah terdapat pada susu kedelai hitam dengan perbandingan 1:8. Semakin banyak penambahan air pada pembuatan susu kedelai hitam, semakin sedikit aktivitas antioksidan dan kadar antosianin pada susu kedelai hitam. Saran yang dapat diberikan berkaitan dengan penelitian ini adalah perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki komposisi sehingga sesuai dengan standar SNI yaitu dengan mengurangi jumlah air pada setiap variasi perlakuan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Balitkabi. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian; 2008.
2. Badan Pusat Statistik. Statistik Indonesia “statistical yearbook of Indonesia” 2014. BPS-Statistics Indonesia; 2014.
3. Nurrahman. Evaluasi komposisi zat gizi dan senyawa antioksidan kedelai hitam dan kedelai kuning. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 2015;4 (3):89–93.
4. Kumar V, Rani A, Dixit AK, Pratap D, & Bhatnagar D. 2010. A comparative assessment of total phenolic content, ferric reducing-anti-oxidative power, free radical-scavenging activity, vitamin C and isoflavones content in soybean with varying seed coat colour. Food Research International 43:323–328.
5. Mueller. Soy intake and risk of type 2 diabetes mellitus in Chinese Singaporeans. Soy intake and risk of type 2 diabetes. Eur J nutr. 2012;51(8):1022–40.
6. Wardani KW & Wardani IR. Eksplorasi potensi kedelai hitam untuk produksi minuman fungsional sebagai upaya meningkatkan kesehatan masyarakat. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2014;2(4):Oktober:58–67.
7. Patriana D. Penggunaan perisa buah untuk memperbaiki profil sensori minuman susu kedelai hitam fermentasi [skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada; 2014.
8. Winarti S. Makanan Fungsional. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2010.
9. Aulia R, Rosmayanti & Bayu ES. Respon pertumbuhan dan produksi beberapa varietas kedelai hitam (*Glycine max* L.) berdasarkan ukuran biji. Jurnal Online Agroekoteknologi. 2014;2 (4): 1324–1331.
10. Almatier. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama; 2009.
11. Winarno FG. Kimia pangan dan gizi. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama; 2004.

12. Picauly P, Talahatu J, & Mailoa M. Pengaruh penambahan air pada pengolahan susu kedelai. *J.Teknologi Pertanian*. 2015;4(1): 8–13.
13. Nufer KR, B Ismail & KD Hayes. The effect processing and extraction conditions on content, profile, and stability of isoflavones in a soymilk system. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2009;57:1213–1218.
14. Firdiansyah. Pengaruh konsentrasi lesitin kedelai dan suhu penyimpanan terhadap stabilitas emulsi susu kedelai [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor; 2004.
15. Kusnandar F. Kimia pangan komponen makro. Jakarta: Penerbit Dian Rakyat; 2011.
16. She, XJ Li, S Wang, L Zhang, L Qiu, Y Han *et al.* Flavor characteristic analysis of soymilk prepared by different soybean cultivars and establishment of evaluation method of soybean cultivars suitable for soymilk processing. *Food Chemistry*. 2015;185:422–429.
17. Fatkurahman R, Atmaka W, & Basito. Karakteristik sensoris dan sifat fisikokimia *cookies* dengan substitusi bekatul beras hitam (*Oryza sativa* L.) dan tepung jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Teknosains Pangan*. 2012;1(1): 49–57.
18. Ginting E & Sri SA. Pengaruh varietas dan cara pengolahan terhadap mutu susu kedelai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2002; 21 (2):48–57.
19. Hermana. Pengolahan kedelai menjadi berbagai bahan makanan. dalam S Somaatmadja, M Ismunadji, Sumarno, M Syam, SO Manurung. *Kedelai*. Bogor:Puslitbangtan;1985:441–469.
20. Watanabe T. Study of water extracted protein of soybean. *J. Agr. Chem. Soc. Japan*. 1962;(36):890–895.
21. Reddy NR, SK Sathe & DK Salunkhe. Phytates. dalam DK Salunkhe dan SS Kadam (Eds). *CRC handbook of world food legumes: nutritional chemistry, processing technology and utilization*. Florida: CRC Press, Inc. Boca Raton;1989;Vol. I:p.163–188.
22. Winarsi H. Antioksidan alami dan radikal bebas. Yogyakarta: Penerbit Kanisius; 2007.
23. Astawan M. A–Z ensiklopedia gizi pangan untuk keluarga. Jakarta: Dian Rakyat; 2008.
24. Nurhidayah S. Perbandingan aktivitas antioksidan ekstrak daging pisang raja (*Musa AAB*) dengan vitamin A, vitamin C, dan katekin melalui perhitungan bilangan peroksida. Jakarta: FK UI; 2009.
25. Purwanti S. Kajian suhu ruang simpan terhadap benih kedelai hitam dan kedelai kuning. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 2004;11(1): 22–31.
26. Astadi IR, M Astuti, U Santoso & PS Nugraheni. In vitro antioxidant activity of anthocyanins of black soybean seed coat in human low density lipoprotein (LDL). *Food Chem*. 2009;122:6.

