



EVALUASI KOMPOSISI GIZI DAN SIFAT ANTIOKSIDATIF KEDELAI HITAM MALLIKA (*Glycine max*) AKIBAT PENYANGRAIAN

*Nutritional and antioxidative properties of roasted
Black soybean var. Mallika (Glycine max)*

Wahidah Mahanani Rahayu^{1)*}, Endah Sulistiawati²⁾

¹⁾Program Studi S1 Teknologi Pangan, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Prof. Soepomo SH, Janturan, Umbulharjo, Yogyakarta 55164

²⁾Jurusan Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Prof. Soepomo SH, Janturan, Umbulharjo, Yogyakarta 55164

^{*)}Email korespondensi: wahidah.rahayu@tp.uad.ac.id

ARTICLE INFO :

Received in 20 Februari 2018, Revised in 25 Maret 2018, Accepted 24 April 2018

ABSTRAK

Kedelai hitam mengandung berbagai senyawa antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan. Pemanasan dalam pengolahannya diketahui dapat mengubah kandungan gizi, serta aktivitas dan kandungan berbagai senyawa antioksidan. Namun penyangraian dilaporkan mampu meningkatkan aktivitas antioksidan kedelai hitam. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh penyangraian terhadap kandungan gizi serta aktivitas dan kandungan senyawa antioksidan kedelai hitam varietas Mallika. Kedelai hitam yang disangrai pada suhu 150°C dan 200°C, masing-masing selama 15 dan 30 menit, dan non-sangrai diuji kandungan proksimatnya (kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat *by difference*, dan serat kasar). Aktivitas antioksidan diukur pada ekstrak etanolik kedelai hitam dengan metode penghambatan radikal DPPH. Ekstrak dengan aktivitas tertinggi kemudian diuji kandungan antioksidannya, yaitu total antosianin dengan metode perbedaan pH, total fenol dengan metode Folin-Ciocalteu, dan total flavonoid dengan metode kolorimetri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyangraian dapat menurunkan kadar air dan protein, masing-masing pada kisaran 27,47 – 79,81% dan 5,73 – 15,73%, dan meningkatkan kadar lemak pada kisaran 3,21 – 3,81%, kadar abu pada kisaran 0,45 – 2,67%, dan meningkatkan proporsi karbohidrat, sedangkan serat kasar meningkat hingga 16,44% pada penyangraian suhu 150°C, namun menurun pada penyangraian suhu 200°C. Penyangraian meningkatkan aktivitas antioksidan hingga 82,5% dengan aktivitas tertinggi pada perlakuan 200°C selama 30 menit. Ekstrak kedelai hitam Mallika hasil penyangraian dengan aktivitas antioksidan tertinggi mengandung total fenol sebesar 56,96 mg GAE/g bahan kering, total flavonoid sebesar 14,39 mg QE/g bahan kering, dan antosianin sebesar 0,125 mg CE /g bahan kering. Dapat disimpulkan bahwa penyangraian pada suhu 200°C selama 30 menit dapat digunakan untuk mengoptimalkan sifat antioksidatif kedelai hitam Mallika yang bermanfaat bagi kesehatan.

Kata kunci: antioksidan; antosianin; flavonoid; kedelai hitam; penyangraian; senyawa fenolik

ABSTRACT

Black soybean has been known for its health beneficial antioxidant bioactive content. Heat treatment during processing might change its nutritional content as well as antioxidant properties, which is reportedly enhanced by roasting. This study aimed to investigate the effect of roasting on nutritional composition and antioxidant properties of black soybean var. Mallika. Roasted (150°C and 200°C, 15 and 30 minutes for each temperature)

and non-roasted beans were subjected to proximate analysis (moisture, ash, fat, protein, and crude fiber). Antioxidant analysis was performed on samples ethanolic extract, of which the highest result then investigated for anthocyanin, total phenolics, and total flavonoid content. Results showed that roasting reduced moisture and protein in the range of 27.47 – 79.81% and 5.73 – 15.73%, respectively, while increased fat content at 3.21 – 3.81%, ash content at 0.45 – 2.67%, and carbohydrate proportion. Crude fiber increased up to 16.44% with 150°C roasting, but decreased at 200°C. Roasting enhanced antioxidant activity by 82.5% with the highest obtained at 200°C for 30 minutes. Ethanolic extract of the highest antioxidant activity contained 56.96 mg GAE/g dry matter phenolics, 14.39 mg QE/g dry matter flavonoids, and 0.125 mg CE/g dry matter anthocyanin. It was concluded that roasting at 200°C for 30 minutes can be used as processing alternative to enhance antioxidant properties and prospective health benefit of black soybean var. Mallika.

Keywords: *antioxidant; anthocyanin; black soybean; flavonoids; phenolic compounds; roasting*

PENDAHULUAN

Kedelai hitam mempunyai beragam manfaat untuk kesehatan tubuh dan telah terbukti lebih unggul dibandingkan jenis kedelai lainnya. Kedelai hitam diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai kuning (Byun dkk., 2010; Cho dkk., 2013), ditunjukkan dengan aktivitas penghambatan radikal DPPH 2,45 – 2,85 lebih tinggi dari pada kedelai kuning dan hijau (Kumar dkk., 2010). Hal ini disebabkan kandungan *phenolic acid*, antosianin, dan isoflavon (daidzein, genistein) pada kedelai hitam yang lebih tinggi dibandingkan kedelai kuning (Kim dkk., 2000; Xu dkk., 2008).

Dalam pengolahannya, kedelai hitam seringkali direbus atau dikukus, sehingga mengalami penurunan aktivitas antioksidan (Xu dan Chang, 2011). Di sisi lain, dilaporkan bahwa penyangraian dapat menghambat penurunan aktivitas antioksidan (Thidarat dkk., 2016). Penyangraian kedelai pada suhu 250°C selama 30 menit dapat meningkatkan aktivitas antioksidan kedelai hitam dan menurunkan tingkat oksidasi seluler karena keberadaan produk reaksi Maillard atau Maillard reaction products (Kim dkk., 2011). Senyawa ini dapat menghambat kerusakan oksidatif akibat toksisitas hidrogen peroksida (H₂O₂) pada *cell line*

PC12. Penyangraian pada kondisi tersebut juga dapat meningkatkan kandungan asam klorogenat, asam kafeat, dan asam ferulat sebagai komponen utama senyawa fenolik pada kedelai hitam (Astadi dkk, 2009). Thidarat dkk (2016) juga melaporkan bahwa penyangraian pada suhu 230°C selama 15 – 18 menit dapat meningkatkan total fenol dan total flavonoid dibandingkan dengan kedelai non-sangrai. Peningkatan senyawa-senyawa ini diperkirakan disebabkan kerusakan membran sel akibat pemanasan yang dapat melepaskan senyawa fenol yang semula terikat dengan ikatan ester di dalam sel menjadi senyawa fenol terlarut.

Terdapat berbagai penelitian mengenai manfaat kesehatan serta pengaruh pemanasan terhadap sifat-sifat berbagai varietas kedelai hitam, namun belum terdapat laporan mengenai pengaruh penyangraian pada berbagai rentang suhu dan waktu terhadap kandungan zat gizi maupun senyawa antioksidan kedelai hitam Mallika. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari perubahan kandungan gizi serta aktivitas antioksidan dan kandungan senyawa antioksidan ekstrak etanolik kedelai hitam varietas Mallika. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang proses pengolahan kedelai hitam yang mampu memaksimalkan manfaat kesehatannya .

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kedelai hitam varietas Mallika. Bahan kimia yang digunakan untuk penghilangan lemak adalah heksan, sedangkan ekstraksi dilakukan menggunakan etanol 96%. Bahan kimia untuk analisis meliputi aquades, metanol HPLC grade, DPPH, reagen Folin-Ciocalteu, asam gallat, quercetin, serta bahan-bahan kimia untuk analisis proksimat, antosianin, dan total flavonoid.

Metode

Kedelai hitam disangrai menggunakan *coffee roaster* pada suhu 150°C dan 200°C, masing-masing selama 15 dan 30 menit, kemudian digiling menjadi bubuk dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Evaluasi kandungan gizi diukur dengan analisis protein (*semi mikro kjeldal*), lemak (*soxhlet*), kadar air (*termogravimetri*), kadar abu (*gravimetri*), dan serat kasar (hidrolisis asam basa), sedangkan karbohidrat dihitung secara *by difference* (AOAC, 2005). Analisis antioksidan dilakukan pada ekstrak etanolik seluruh sampel. Sampel dengan aktivitas antioksidan tertinggi kemudian diuji dengan analisis total fenol, total flavonoid, dan antosianin.

Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan berdasarkan metode yang digunakan oleh Thidarat dkk (2016) dengan sedikit modifikasi. Bubuk kedelai direndam dan diaduk dalam heksan (rasio 1 : 6, b/v) selama 2 jam untuk penghilangan lemak (*defatting*), disaring, kemudian dihamarkan di atas kertas saring selama 4 jam pada suhu kamar untuk menghilangkan residu heksan.

Bubuk kedelai kemudian direndam dan diaduk dalam etanol 96% (rasio 1:8, b/v) selama 2 jam. Setelah disaring, penghilangan pelarut dilakukan pada filtrat menggunakan evaporator vakum dengan suhu maksimal 40°C.

Analisis aktivitas antioksidan

Analisis ini dilakukan dengan metode dilakukan oleh Brand-Williams dkk. (1995). Sebanyak 0,1 mL ekstrak 100 ppm dalam metanol PA ditambahi dengan 0,5 mL larutan DPPH 0,5mM (dalam metanol). Kemudian 4 mL metanol kemudian ditambahkan dan didiamkan selama 60 menit dalam ruangan gelap. Kontrol mengandung 0,5 mL DPPH dan 4mL metanol. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 516 nm menggunakan spektrofotometer (Shimadzu UV-1601). Aktivitas pengikatan radikal DPPH dalam persen dihitung dari selisih absorbansi kontrol dengan absorbansi sampel, dibagi absorbansi kontrol.

Analisis Total Senyawa Fenolik

Total fenol dihitung sebagai ekuivalen asam galat berdasarkan prosedur yang dilakukan oleh Lin dkk. (2012) dengan perubahan. Sebanyak 0,25 mL ekstrak ditambahi 0,75 mL akuades sebagai stok sampel. Dari larutan ini, diambil 0,2 mL (3x ulangan) dan ditambahi 1 mL reagen Folin-Ciocalteu. Setelah digojog dan didiamkan selama 8 menit, ditambahkan 0,8 mL larutan Na₂CO₃ 2%. Setelah didiamkan 30 menit, absorbansi diukur pada panjang gelombang 760 nm menggunakan spektrofotometer (Shimadzu UV-1601). Metanol digunakan sebagai blanko. Total fenol dihitung menggunakan kurva standar asam galat pada konsentrasi 10 – 100 µg/mL.

Analisis Total Flavonoid

Total flavonoid diukur dengan metode yang dilakukan oleh Xu and Chang (2007). Sebanyak 1 mL ekstrak ditambahi 4 mL akuades and 0,3 mL of NaNO_2 5% (b/v). Setelah digojog dan didiamkan selama 5 menit, campuran ditambahi 0,3 mL AlCl_3 10% (b/v), digojog dan didiamkan selama 6 menit. Segera setelah ditambahi 2 mL NaOH 1 M dan 2,4 mL akuades, absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm. Total flavonoid dihitung menggunakan kurva standar quercetin pada konsentrasi 1 – 8 $\mu\text{g}/\text{mL}$.

Analisis antosianin

Total antosianin diuji dengan metode perbedaan pH (Wrolstad dkk., 2003). Sebanyak 0,03 mL ekstrak etanolik kedelai hitam sangrai dimasukkan ke dalam dua buah tabung reaksi. Larutan KCl 0,025 (pH 1) ditambahkan pada tabung pertama dan Na asetat 0,4 M (pH 4,5) ke dalam tabung kedua, masing-masing sebanyak 11,97 mL. Setelah 15 menit didiamkan, absorbansi dari kedua perlakuan pH diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm. Antosianin (dalam

ekuivalen sianidin-3-glukosida, $\text{mg}/100 \text{ g}$) dihitung menggunakan rumus $A \times \text{BM} \times \text{FP} \times 10^3$ dibagi dengan $\epsilon \times l$ (A adalah selisih absorbansi kedua panjang gelombang pada pH 1,0 dikurangi selisih pada pH 4,5, BM adalah berat molekul sianidin-3-glukosida sebesar 449,2 g/mol , FP adalah faktor pengenceran, ϵ adalah koefisien ekstingsi molar sianidin-3-glukosida sebesar 26.900, dan l adalah *pathlength* dalam cm).

Rancangan Percobaan dan Analisis Statistika

Rancangan acak lengkap (RAL) digunakan sebagai rancangan penelitian. Variabel bebas terdiri dari suhu dan waktu penyangraian (200°C dan 150°C , masing-masing selama 15 dan 20 menit). Sedangkan variabel tergantung berupa nilai proksimat (kadar air, protein, lemak dan abu), aktivitas antioksidan, total fenol, total flavonoid, dan antosianin. Data yang diperoleh dianalisis dengan metode *One-Way ANOVA* menggunakan SPSS 19.0 *Statistic Software*, pada level signifikan $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Proksimat Kedelai Sangrai

Tabel 1. Komposisi proksimat kedelai hitam Mallika sangrai dan non-sangrai

Parameter	Perlakuan				
	Non-sangrai	150°C		200°C	
		15 menit	30 menit	15 menit	30 menit
Kadar air (%wb)	$10,15 \pm 0,12^e$	$7,36 \pm 0,02^d$	$4,84 \pm 0,07^c$	$6,26 \pm 0,03^b$	$2,05 \pm 0,03^a$
Protein (%db)	$40,45 \pm 0,02^c$	$38,13 \pm 0,22^b$	$35,09 \pm 0,09^a$	$35,31 \pm 0,2^a$	$34,09 \pm 0,11^a$
Lemak (%db)	$19,55 \pm 0,01^a$	$19,31 \pm 0,1^b$	$19,48 \pm 0,12^c$	$20,18 \pm 0,07^d$	$20,30 \pm 0,1^e$
Abu (%db)	$5,48 \pm 0,07^a$	$5,62 \pm 0,02^b$	$5,50 \pm 0,03^b$	$5,54 \pm 0,07^b$	$5,51 \pm 0,01^c$
Karbohidrat ^{*)} (%db)	$33,25 \pm 0,12$	$34,96 \pm 0,21$	$35,18 \pm 0,11$	$34,12 \pm 0,05$	$34,62 \pm 0,03$
Serat kasar (%db)	$7,07 \pm 0,09^{ab}$	$7,52 \pm 0,18^b$	$8,25 \pm 0,6^c$	$7,07 \pm 0,02^{ab}$	$6,27 \pm 0,004^a$

Hasil disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi dari dua kali ulangan

^{*)} %dry basis, dihitung dengan metode *by difference*

Penyangraian diketahui menurunkan kadar air kedelai hitam pada kisaran 27,47 – 79,81%, yang semakin rendah seiring peningkatan suhu dan waktu penyangraian. Kadar air terendah diperoleh pada perlakuan penyangraian 200°C dan 30 menit (Tabel 1).

Kadar protein kedelai hitam Mallika cukup tinggi, berkisar antara 40,45 – 25,92% (basis kering). Sebagaimana kedelai kuning, kedelai hitam juga dikenal sebagai bijian yang menjadi protein nabati. Penyangraian dapat menurunkan kadar protein pada kisaran 5,73 – 15,73%. Pada suhu yang sama, semakin lama waktu penyangraian akan menurunkan kandungan protein. Fobe et al. (1968) melaporkan bahwa komposisi kopi Arabica yang disangrai pada suhu 230°C pada berbagai rentang waktu menunjukkan bahwa kandungan protein dapat menurun dengan semakin lama waktu penyangraian karena reaksi polisakarida dan asam amino via reaksi Maillard. Kim dkk (2011) menjelaskan bahwa penurunan kadar protein via reaksi Maillard ini ditunjukkan dengan peningkatan reaksi pencoklatan non enzimatis hingga empat kali lipat pada peningkatan suhu penyangraian biji kedelai dari 150°C menjadi 250°C.

Kadar lemak dalam penelitian ini berkisar antara 19,31 – 20,30% (basis kering), cukup tinggi mengingat kedelai merupakan sumber minyak nabati. Penyangraian dapat meningkatkan kadar lemak pada kisaran 3,21 – 3,81% seiring dengan peningkatan suhu dan waktu pada suhu penyangraian. Thidarat (2016) melaporkan terjadi peningkatan kadar lemak masing-masing pada kedelai yang disangrai pada suhu 230°C pada berbagai kisaran waktu, yang diduga disebabkan destruksi dinding sel sehingga meningkatkan rilis cadangan minyak

jaringan, sehingga semakin tinggi suhu yang digunakan akan meningkatkan rilis minyak dari jaringan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan waktu berperan dalam rilis minyak pada proses penyangraian.

Kadar abu pada penelitian ini berada pada kisaran 5,48 – 5,62%. Kadar abu ini lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Nurrahman (2015) bahwa kedelai Mallika memiliki kandungan abu sebesar 4,12%. Penyangraian sedikit meningkatkan kadar abu pada kisaran 0,45 – 2,67%, yang diduga berkaitan dengan pelepasan mineral makro maupun mikro akibat hidrolisis atau reaksi Maillard yang terjadi selama penyangraian.

Serat kasar kedelai Mallika diketahui berada pada kisaran 6,27 – 8,25% (basis kering). Hasil ini serupa dengan yang diperoleh Fetriyuna (2015) yang menyebutkan bahwa kedelai hitam Darmo dari Indonesia memiliki kandungan serat kasar sebesar 6,48%. Komposisi kimia kedelai Mallika pernah dilaporkan Nurrahman (2015), namun kandungan serat kasar tidak diuji, sehingga hasil penelitian ini menjadi laporan pertama mengenai kadar serat kasar kedelai hitam, baik sangrai maupun non-sangrai. Hasil ini lebih rendah daripada yang dilaporkan oleh Ciabotti (2016) bahwa perbedaan kandungan serat kasar kedelai hitam akibat perbedaan genotipe dan kondisi tempat penanaman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyangraian dapat meningkatkan kandungan serat kasar sebesar 16,66% pada penyangraian suhu 150°C selama 30 menit dan terjadi penurunan hingga 11,4% pada suhu 200°C seiring dengan lama waktu penyangraian. Persentase kandungan karbohidrat berat kering yang dihitung secara *by difference* mengalami peningkatan, yang berkaitan

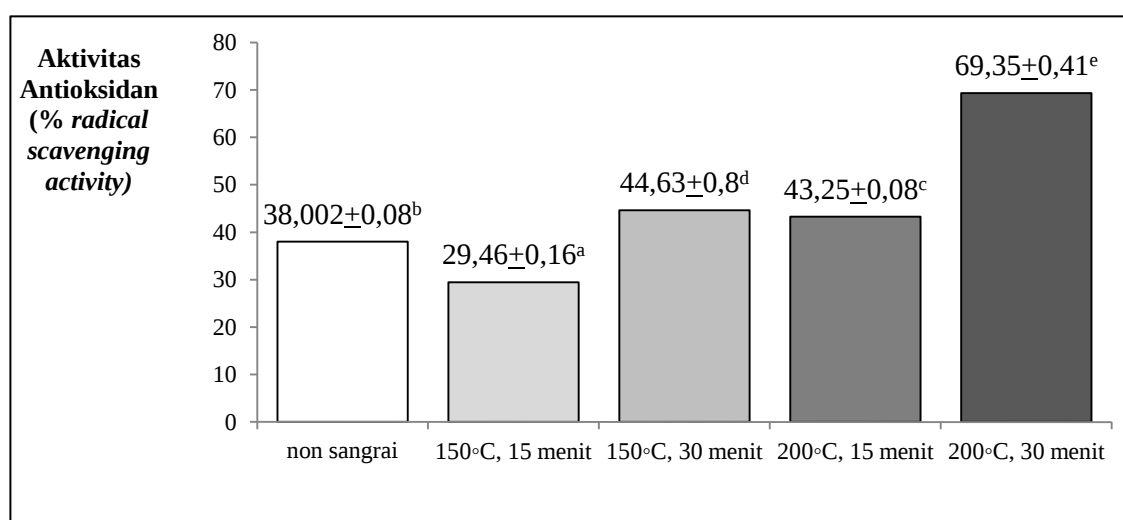
dengan penurunan kandungan air sehingga relatif meningkatkan proporsi karbohidrat.

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan ekstrak etanolik kedelai hitam Mallika ditunjukkan dengan kemampuan penangkapan radikal (% *radical scavenging activity*) DPPH. Secara umum, penyangraian meningkatkan aktivitas antioksidan kedelai hitam Mallika pada kisaran 13,81 – 82,5% (Gambar 1). Penyangraian pada suhu 150°C selama 30 menit diketahui secara signifikan meningkatkan aktivitas antioksidan hingga

lebih dari 17%. Penyangraian pada suhu 200°C juga meningkatkan aktivitas antioksidan, dengan aktivitas tertinggi pada kedelai yang disangrai selama 30 menit, 82,5% lebih tinggi dari kedelai non-sangrai. Hasil serupa pernah dilaporkan Kim dkk (2011), bahwa kedelai hitam Thailand hasil penyangraian pada suhu 250°C selama 30 menit memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi daripada kedelai hasil sangrai pada suhu 150°C dan non-sangrai, baik diukur dengan metode ABTS maupun DPPH.

Hasil ditampilkan sebagai rerata $\pm$ SD dari dua kali ulangan, beda signifikan dihitung pada $\alpha < 0,0$



Gambar 1. Perubahan aktivitas antioksidan kedelai hitam Mallika karena penyangraian

Kedelai yang disangrai pada suhu 200°C selama 15 menit memiliki aktivitas yang sedikit lebih rendah daripada ekstrak hasil sangrai suhu 150°C selama 30 menit. Dari pola tersebut, nampak bahwa waktu penyangraian menjadi penentu level aktivitas antioksidan. Kim dkk (2011) maupun Thidarat (2016) juga melaporkan peningkatan aktivitas antioksidan seiring lama penyangraian. Kim (2011) menduga hal ini berkaitan dengan peningkatan rilis senyawa fenolik maupun flavonoid dari jaringan seiring dengan berjalannya waktu

yang dapat mengkompensasi kerusakan senyawa fenolik pada kulit biji akibat pemanasan. Selain itu, selama penyangraian terbentuk senyawa produk reaksi Maillard (*Maillard reaction products*) yang berkontribusi pada peningkatan aktivitas penangkapan radikal DPPH.

Total Fenol, Total Flavonoid, dan Antosianin

Sampel dengan aktivitas antioksidan tertinggi kemudian diuji kandungan

senyawa antioksidannya, terutama total fenol, total flavonoid, dan antosianin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa total fenol dan total flavonoid pada kedelai hitam Mallika yang disangrai pada suhu 200°C selama 30 menit masing-masing sebesar 55,8 mg/g dan 14,1 mg/g bahan kering. Nilai total fenol ini lebih besar daripada nilai kedelai hitam dari Thailand (Kim dkk, 2011) yang berkisar antara 6,76 hingga 48,50 mg GAE/g berat kering. Namun total flavonoid pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian tersebut yang menunjukkan senyawa flavonoid pada

kisaran 9,06 hingga 39,57 mg/g bahan kering. Senyawa fenolik bertanggungjawab dalam aktivitas pengikatan radikal karena kemampuannya sebagai donor hidrogen yang menstabilkan radikal bebas (Ang-Lee dkk, 2001). Sedangkan nilai total flavonoid berkaitan dengan tingkat produksi *Maillard reaction products* (Thidarat dkk, 2016). Hal ini ditunjukkan dengan intensitas warna coklat hasil reaksi pencoklatan non enzimatis pada sampel kedelai hitam yang disangrai pada suhu 200°C selama 30 menit (gambar tidak ditampilkan).

Tabel 2. Total fenol, total flavonoid, dan antiosianin kedelai hitam Mallika hasil penyangraian pada suhu 200°C selama 30 menit

Parameter	Jumlah	
	Hasil analisis	Literatur
Total fenol	56,96 mg GAE/g berat kering ^{*)}	6,76 – 48,50 mg GAE/g berat kering ^{*)}
Total flavonoid	14,39 mg QE/g berat kering ^{**)}	9,06 – 39,57 mg QE/g berat kering ^{**)}
Antosianin	0,125 mg CE/g berat kering ^{***)}	4,33 mg CE/g berat kering ^{***)}

*) GAE: *gallic acid equivalen*; **) *quercetin equivalen*; ***) *cyanidin-3-glycoside equivalen*

Kandungan senyawa menurun akibat penyangraian adalah antosianin. Pada kedelai hitam, antosianin terkandung dalam kulit, sedangkan bagian ini adalah bagian yang paling besar terpapar panas. Pada penelitian ini, kandungan antosianin total tercatat sebesar 0,123 mg/g berat kering. Hasil ini jauh lebih rendah daripada kadar antosianin yang dilaporkan oleh Wahidah (2016) pada kedelai hitam tanpa sangrai sebesar 4,33 mg/g berat kering. Hal ini menunjukkan bahwa antosianin mengalami kerusakan akibat paparan suhu tinggi selama penyangraian.

Hasil dari analisis kandungan senyawa antioksidan pada penelitian ini menunjukkan bahwa penyangraian memungkinkan peningkatan senyawa fenolik yang terlepas dari jaringan serta pembentukan senyawa produk reaksi

Maillard yang bertanggungjawab terhadap peningkatan aktivitas antioksidan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penyangraian pada suhu 150°C dan 200°C selama 15 menit dan 30 menit dapat menurunkan kadar air dan protein, namun meningkatkan kadar lemak, kadar abu, dan proporsi karbohidrat. Kandungan serat kasar meningkat pada penyangraian suhu 150°C, namun menurun pada penyangraian suhu 200°C. Penyangraian tersebut juga meningkatkan aktivitas antioksidan dengan aktivitas tertinggi pada perlakuan 200°C selama 30 menit, yang mengandung total fenol sebesar 56,96 mg GAE/g bahan kering, total flavonoid sebesar 14,39 mg QE/g bahan kering, dan antosianin sebesar

0,125 mg CE /g bahan kering. Disimpulkan pula bahwa penyangraian pada suhu 200°C selama 30 menit lebih optimal dalam meningkatkan sifat antioksidatif kedelai hitam Mallika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengembangan Universitas Ahmad Dahlan atas pendanaan penelitian ini dalam skim Penelitian Dosen Pemula nomor PDP-095/SP3/LPP-UAD/IV/2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Ang-Lee, M.K., Moss, S.J., dan Yuan, C.S. 2001. Herbal medicines and preoperative care. *The American Journal of Medical Association* **286** (2): 208-216.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. AOAC, Inc.Arlington, Virginia.
- Aisyah, M, The Influence of Religious Behavior on Consumers' Intention to Purchase Halal-Labeled Products. *Business and Entrepreneurial Review (BER)*, 14(1), 15-32, 2016.
- Astadi, I.R., Mary A., Umar S., Prihati S. N. 2008. In vitro antioxidant activity of anthocyanins of black soybean seed coat in human low density lipoprotein (LDL). *Food Chemistry* **112**: 659–663.
- Bouayed, J., Hoffmann, L., dan Bohn, T. 2011. Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. *Food Chemistry* **128**: 14- 21.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E., dan Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technology* **28**: 25-30.
- Byun J.S., Han Y.S., Lee S.S. 2010. The effects of yellow soybean, black soybean, and sword bean on lipid levels and oxidative stress in ovariectomized rats. *International Journal of Vitamin and Nutrition Research* **80**(2): 97-106.
- Cho K.M., Ha T. J., Lee Y.B, Seo W. D., Kim J. Y., Ryu H. W., Jeong S. H., Kang Y. M., Lee J. H. 2013. Soluble phenolics and antioxidant properties of soybean (*Glycine max* L.) cultivars with varying seed coat colors. *Journal of Functional Foods* **5**(3): 1065-1076.
- Ciabotti, S., Silva, A. C. B. B., Juhasz, A. C. P., Mendonça, C. D., Tavano, O. L., Mandarino, J. M. G. dan Gonçalves, C. A. A. 2016. Chemical composition, protein profile, and isoflavones content in soybean genotypes with different seed coat colors. *International Food Research Journal* **23**(2): 621-629.
- Fetriyuna. 2015.The Potential of Darmo Black Soybean Varieties as an Alternative of A Promising Food for Future. *International Journal of Advance Science, Engineering, and Information Technology* **5**(1), 44-46.

- Giusti M.M. dan Wrolstad R.E. 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemistry Engineering Journal* **14**: 217–225.
- Kim, H.G., Kim, G.W., Oh, H.E., Yoo, S.Y., Kim, Y.O, dan Oh, M.S. 2011. Influence of roasting on the antioxidant activity of small black soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Food Science Technology* **44**: 992-998.
- Kumar, V., Sinha, A.K., Makkar, H.P.S., dan Becker, K. 2010. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food Chemistry* **120** (4): 945–959.
- Kumar V., Rani, A., Dixit, A.K., Pratap, D., dan Bhatnagar, D. 2011. 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 color. *Food Research International* **43**: 323–328.
- Nurrahman. 2015. Evaluasi komposisi zat gizi dan senyawa antioksidan kedelai hitam dan kedelai kuning. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* **4** (3): 89-93.
- Shih, M.C., Yang, K.T., dan Kuo S.T., 2002. Quality and antioxidative activity of black soybean tofu as affected by bean cultivar. *Journal Food Science* **67** (2): 480-484.
- Thidarat, S., Udomsak, M., Jindawan, W., Namphung, D., Suneerat, Y., Sawan, T., dan Pisamai, T. 2016. Effect of roasting on phytochemical properties of Thai soybeans. *International Food Research Journal* **23**(2): 606-612.
- Wahidah M.R. 2016. Efektivitas Ekstrak Antosianin Beras Merah (*Oryza sativa* L.) dan Kedelai Hitam (*Glycine max* (L) Merr.) dalam Penanggulangan Hiperglikemia Tikus Induksi STZ – NA. Laporan penelitian S-2. Universitas Gadjah Mada.
- Xu, B.J., Yuan, S.H., dan Chang, S.K.C. 2007. Comparative studies on the antioxidant activities of nine common food legumes against copper induced human low-density lipoprotein oxidation in vitro. *Journal of Food Science* **72** (7): 211-218.
- Xu, B. dan Chang, S.K.C.. 2008. Antioxidant capacity of seed coat, dehulled bean and whole black soybeans in relation to their distributions of total phenolics, phenolic acids, anthocyanins and isoflavones. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **56**: 8365–8373.
- Xu, B.J. dan Chang, S.K.C., 2011. Reduction of antiproliferative capacities, cell-based antioxidant capacities and phytochemical contents of common beans and soybeans upon thermal processing. *Food Chemistry* **129**: 974–981.