PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK BEKATUL TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, TOTAL FENOL, DAN KADAR FLAVONOID MINUMAN FUNGSIONAL SARI JAGUNG-EKSTRAK BEKATUL

Effect of Rice Bran Extract to Antioxidant Activity, Total Phenolic, and Flavonoid Content from Functional Drink Corn Juice-Rice Bran Extract

Rista Fitria Anggraini*, Simon Bambang Widjanarko

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian , FTP Universitas Brawijaya, Malang
Jln. Veteran Malang 65145

*Penulis Korespondensi, email : ristaanggraini9@yahoo.co.id

ABSTRAK

Seiring berkembangnya IPTEK, kebutuhan manusia akan pangan yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (fungsional) semakin meningkat. Penelitian ini menguji fortifikasi ekstrak bekatul ke dalam sari jagung untuk meningkatkan sifat fungsional dari sari jagung. Penelitian dirancang dengan metode penelitian *One Factor Design Response Surface Methodology*. Faktor yang dipilih adalah konsentrasi ekstrak bekatul dan respon yang diamati adalah aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoid. Hasil penelitian menunjukkan persamaan matematika yang didapatkan untuk respon aktivitas antioksidan adalah $Y = 4.29038 + 4.04562X$, total fenol $Y = 450.96465 + 122.40741X$, dan kadar flavonoid adalah $Y = -40.10101 + 13.92593X$. Solusi titik optimum yang disarankan oleh program adalah pada konsentrasi 9% dengan nilai *desirability* 0.89. Sari jagung-ekstrak bekatul hasil verifikasi memiliki aktivitas antioksidan $39.506 \pm 0.32\%$, total fenol 1612.833 ± 55.07 mg GAE/g sampel, kadar flavonoid 82.667 ± 10.06 mg quercetin/g sampel, total padatan terlarut $12.000 \pm 0.50^\circ\text{Brix}$, kadar lemak $3.98 \pm 0.22\%$, nilai L 66.96 ± 5.35 , a -0.622 ± 0.53 , dan b 20.30 ± 0.77 .

Kata kunci: Antioksidan, Bekatul, Fenol, Flavonoid, Jagung

ABSTRACT

Along with the development of science and technology, people need functional foods that can give benefit for their health. This research was aimed to determine the fortification rice bran extract to the corn juice for increasing its functional characteristics. This research used One Factor Design Response Surface Methodology, concentration of rice bran extract was chosen as a factor and antioxidant activity, total phenolic, and flavonoid contents were chosen as a respons. The result showed that the final equation for antioxidant activity was $Y = 4,29038 + 4,04562X$, total phenolic was $Y = 450,96465 + 122,40741X$, and flavonoid content was $Y = -40,10101 + 13,92593X$. The optimum solution suggested by program was 9% with desirability was 0.89. The verified corn juices-rice bran extract had antioxidant activity $39.51 \pm 0.32\%$, total phenolic 1612.83 ± 55.07 mg GAE/g, flavonoid content 82.67 ± 10.06 mg quercetin/g, total soluble solid $12.00 \pm 0.50^\circ\text{Brix}$, fat content $3.98 \pm 0.22\%$, L 66.96 ± 5.35 , a -0.62 ± 0.53 , and b 20.30 ± 0.77 .

Keywords: Antioxidant, Rice Bran, Phenolic, Flavonoid, Corn Juices

PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK), kebutuhan manusia akan pangan tidak lagi hanya pangan yang mampu mengenyangkan dan mencukupi kebutuhan gizi saja melainkan juga memiliki sifat fungsional. Salah satu sifat fungsional yang ada pada bahan pangan yaitu sifat antioksidan. Antioksidan berperan mencegah timbulnya

radikal bebas, yaitu suatu senyawa yang kehilangan elektron sehingga menjadi tidak stabil dan merusak sel sel di sekitarnya. Adanya radikal bebas dapat menyebabkan berbagai penyakit degeneratif seperti jantung, diabetes, kanker, kolesterol, dll (Sutrisna, 2013).

Bekatul adalah hasil samping dari proses penggilingan padi menjadi beras dan terdiri atas tiga komponen, yaitu aleuron, endosperma, dan embrio. Ekstrak bekatul mengandung beberapa senyawa fitokimia seperti tokoferol, tokotrienol, γ -oryzanol (Moongngarm, *et al.*, 2012) flavonoid dan senyawa fenolik (Ghasemzadeh, 2015) yang efektif dalam penurunan kolesterol, penyakit jantung, anti-inflamasi, dan anti kanker (Ghasemzadeh, 2015).

Pada penelitian ini, ekstrak bekatul akan difortifikasi pada produk pangan sari jagung. Minuman sari jagung berpotensi untuk dikembangkan sebagai substitusi sari kedelai karena memiliki aroma, warna, dan kenampakan menarik serta rasa manis yang menjadi daya tarik tersendiri bagi konsumen (Padghan, *et al.*, 2015). Oleh karena itu, penambahan ekstrak bekatul ke dalam sari jagung diharapkan mampu meningkatkan nilai fungsionalnya. Penelitian ini akan mengidentifikasi pengaruh penambahan ekstrak bekatul terhadap peningkatan nilai aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoid sari jagung serta membandingkan sari jagung yang telah ditambahkan ekstrak bekatul dengan sari jagung asli dan sari buah komersial. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan suatu gambaran tentang pengembangan minuman fungsional yang bermanfaat bagi masyarakat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian telah dilaksanakan selama 9 bulan mulai bulan Oktober 2016 – Juni 2017.

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul dan jagung manis. Bekatul diperoleh dari tempat penggilingan padi di sekitar kota Malang dan diambil dalam waktu kurang dari 24 jam setelah penggilingan sedangkan jagung manis didapatkan dari pasar kota Malang. Jagung manis memiliki karakteristik berwarna kuning bening, berkulit biji tipis, dan rasa manis. Sari buah komersial untuk pembandingan adalah sari buah blueberry dan tomat merk "Diamond" yang dibeli di toko kota Malang. Bahan lain meliputi gula pasir, susu skim, dan *emulsifier* tween 80. Bahan yang digunakan untuk ekstraksi dan analisis meliputi etanol teknis (96%), metanol (teknis dan PA), DPPH dalam metanol 0,2 mM, asam galat, *quercetin*, aquades, NaNO_2 , Na_2CO_3 , reagen Follin ciocalteu, NaOH, AlCl_3 , dan Petroleum Eter.

Alat

Alat yang digunakan untuk ekstraksi bekatul antara lain *sieve shaker* 100 mesh, *microwave* "Sharp", timbangan analitik, *shaker waterbath* "Memmert", *rotary vacuum evaporator*, dan erlenmeyer "Pyrex Iwaki". Alat yang digunakan untuk membuat sari jagung antara lain baskom, panci, thermometer, dan blender "Quantum". Alat untuk membuat campuran sari jagung dan ekstrak bekatul serta untuk analisis meliputi *homogenizer ultra thorax* "Ika T-18 basic", Spektrofotometer MERK "20D Plus", *soxhlet*, *hand refractometer* "Atago", *color reader* "Konica Minolta".

Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dengan menggunakan metode rancangan *One Factor Design* dari RSM (*Response Surface Methode*). Faktor yang digunakan adalah konsentrasi ekstrak bekatul (X1), sedangkan respon yang akan dioptimasi meliputi aktivitas antioksidan (Y1), total fenol (Y2), dan kadar flavonoid (Y3). Konsentrasi ekstrak bekatul yang digunakan memiliki batas bawah 3% dan batas atas 9%. Rancangan percobaan selanjutnya dimasukkan ke dalam program *Design Experts* dengan lima kali ulangan di titik tengah sehingga didapatkan 13 satuan percobaan.

Tahapan Penelitian

a) Ekstraksi Bekatul

Ekstraksi minyak bekatul kasar dilakukan dengan maserasi bertingkat dengan menggunakan pelarut *ethanol*. Pelarut *ethanol* digunakan karena mampu mengekstrak senyawa antioksidan lebih banyak (Hapsari *et al.*, 2013) baik antioksidan yang berbentuk polar maupun non polar (Schiller, 2010). Ekstraksi minyak bekatul diawali dengan pengayakan menggunakan *sieve shaker 100 mesh* untuk memisahkan dari kotoran dan stabilisasi bekatul menggunakan microwave daya 320 W per 80 gram bekatul selama 5 menit (Patil, *et al.*, 2016) untuk menginaktivasi enzim lipase dan mencegah bekatul dari ketengikan. Selanjutnya bekatul diambil 25 gram dan ditambahkan pelarut *ethanol* (1:6) kemudian dilakukan maserasi bertingkat pada suhu 45°C selama 1 jam (Ghasemzadeh *et al.*, 2015). Setelah dimaserasi sampel disaring dan diuapkan pelarutnya dengan *rotary vacuum evaporator* suhu 45°C sampai pelarut tidak menetes.

b) Pembuatan Sari jagung (Modifikasi Adji, 2010)

Pembuatan sari jagung diawali dengan proses sortasi, pencucian, dan perebusan jagung dengan air suhu 100°C selama ± 15 menit. Jagung yang telah direbus kemudian dipipil untuk dipisahkan dengan bonggolnya dan ditimbang sebanyak 100 gram. Biji jagung dimasukkan ke dalam blender dan ditambahkan air (perbandingan air:jagung 3:1), gula pasir 20% b/b, dan susu skim 1% b/b. Selanjutnya jagung diblender, disaring untuk memisahkan dari ampas dan dipasteurisasi suhu 75°C selama 10 menit.

c) Pencampuran sari jagung dengan ekstrak bekatul (Modifikasi Sabariman, 2007)

Pencampuran sari jagung dan ekstrak bekatul dilakukan dengan menambahkan 1% *emulsifier* tween 80 ke dalam sari jagung dan dihomogenisasi dengan *ultra thorax* kecepatan 8000 rpm selama 1 menit (Lampiran 5). Setelah itu ekstrak bekatul (konsentrasi 3,6,9 % b/b) ditambahkan ke dalam sari jagung dan dihomogenisasi dengan *ultra thorax* kecepatan 12000 rpm selama 10 menit sehingga didapatkanlah campuran sari jagung dan ekstrak bekatul.

d) Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengamatan utama dan pengamatan tambahan. Pengamatan utama dilakukan pada 11 macam perlakuan dengan *duplo* yang terdiri dari uji aktivitas antioksidan, kadar fenol, dan total flavonoid. Uji aktivitas antioksidan dilakukan berdasarkan metode Dumbraва *et al.* (2011), total fenol berdasarkan metode Fu *et al.* (2011), dan kadar flavonoid berdasar metode Boudries *et al.* (2012). Adapun pengamatan tambahan yang dilakukan meliputi pengamatan fisik (warna) dan kimia (kadar lemak, total padatan terlarut, aktivitas antioksidan, total fenol, kadar flavonoid) pada bahan baku dan sampel hasil verifikasi. Penelitian ini juga membandingkan nilai aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoid antara sampel hasil verifikasi dengan produk sari buah komersial.

Analisis Data

Data hasil pengamatan respon dianalisis dengan menggunakan Response Surface Methodology – One Factor pada aplikasi Design Experts 7.1.6. Pengolahan data yang dilakukan meliputi analisis pemilihan model, analisis ragam (ANOVA), dan penentuan kondisi optimum. Kondisi optimum yang diperoleh selanjutnya dilakukan validasi dan jika hasilnya tidak berbeda nyata (tingkat kesalahan <5%) dengan hasil pada software maka nilai optimasi dianggap sesuai. Analisis data untuk perbandingan perlakuan hasil verifikasi dengan kontrol dan produk komersial dilakukan menggunakan ANOVA General Linear Model dengan metode Tukey menggunakan program Minitab 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Ekstrak Bekatul

Ekstrak bekatul yang didapatkan dari proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol diuji nilai rendemen dan karakteristik kimia yang meliputi aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoid. Nilai uji tersebut selanjutnya dibandingkan dengan literatur. Hasil uji rendemen dan kimia ekstrak bekatul dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Ekstrak Bekatul

Parameter	Analisis	Literatur
Rendemen (%)	37.79 ± 3.89	20,05*
Aktivitas Antioksidan (%)	90,470 ± 0,658	92,96**
Total Fenol (mg GAE/g)	2181,167 ± 94,648	862,31***
Total Flavonoid (mg quercetin/g)	132,00 ± 31,75	108,50****

Keterangan *Oliviera *et al.*, 2012 **Zaidel *et al.*, 2016 ***Farahmandfar *et al.*, 2015
****Ghasemzadeh *et al.*, 2015

Berdasarkan Tabel 1 diketahui nilai rendemen ekstrak bekatul yang dihasilkan memiliki nilai yang lebih tinggi daripada literatur. Perbedaan nilai rendemen dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya metode ekstraksi, jenis pelarut, suhu dan waktu ekstraksi, serta ukuran sampel yang diekstrak (Nasir *et al.* 2009). Nilai rendemen ekstrak bekatul menurut beberapa penelitian sebelumnya berkisar antara 9-24% (Zaidel *et al.*, 2016; Widarta *et al.*, 2013; Duangkamol *et al.*, 2014). Nilai rendemen yang tinggi pada sampel kemungkinan disebabkan karena kurang optimalnya proses evaporasi sehingga masih ada sisa pelarut yang terdapat pada ekstrak dan ikut terhitung sebagai berat ekstrak.

Aktivitas antioksidan ekstrak bekatul hasil analisis menunjukkan nilai yang tinggi, yaitu mencapai 90.47%. Hal ini tidak berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan oleh Zaidel *et al.* (2016) yang menyatakan nilai aktivitas antioksidan ekstrak bekatul adalah 92.96%. Nilai antioksidan yang didapatkan dari penelitian ini lebih tinggi dibandingkan beberapa penelitian lain yang menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak bekatul berkisar antara 49-57% (Widarta *et al.*, 2013; Farahmandfar *et al.*, 2015; Ghasemzadeh *et al.*, 2015). Tingginya aktivitas antioksidan pada ekstrak bekatul dikarenakan di dalam ekstrak bekatul banyak mengandung senyawa antioksidan seperti tokoferol, tokotrienol, γ -oryzanol, dan senyawa fenol (Ghasemzadeh, 2015). Menurut Xu *et al.* (2001) aktivitas antioksidan senyawa fenol empat kali lebih tinggi daripada γ -oryzanol, sedangkan γ -oryzanol memiliki aktivitas antioksidan sepuluh kali lebih tinggi daripada tokoferol. Di dalam ekstrak bekatul juga terdapat senyawa tokotrienol yang aktivitas antioksidannya 40-60 kali lebih tinggi daripada tokoferol (Deepam *et al.*, 2011). Adanya gabungan dari beberapa senyawa antioksidan inilah yang menyebabkan nilai aktivitas antioksidan ekstrak bekatul sangat tinggi.

Nilai total fenol ekstrak bekatul yang dihasilkan adalah 2181.17 mg GAE/g lebih tinggi daripada literatur yaitu 862 mg GAE/g. Zaidel *et al.*, 2016 meneliti kandungan fenol pada ekstrak bekatul yaitu 509 mg GAE/g, sedangkan Ghasemzadeh *et al.*, 2015 mendapatkan hasil nilai total fenol ekstrak bekatul adalah 221.06 mg GAE/g. Nilai total fenol sampel yang lebih tinggi daripada literatur dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya kualitas bekatul dan varietas padi dimana bekatul itu didapatkan. Senyawa fenol merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terjadi karena kondisi lingkungan yang tidak mendukung seperti cahaya yang kuat, suhu rendah, infeksi penyakit dan hama, serta kekurangan nutrisi (Lattanzio, 2013). Senyawa fenol lebih mudah larut dalam pelarut polar (Ghasemzadeh *et al.*, 2015) sehingga adanya gugus polar pada ethanol menyebabkan banyak senyawa fenol yang ikut terlarut di dalam ekstrak. Menurut penelitian Zaidel *et al.* (2016) bekatul yang diekstrak dengan pelarut ethanol memiliki total fenol yang lebih tinggi daripada n-hexane dan metanol.

Nilai kadar flavonoid pada ekstrak bekatul adalah 132.00 mg Quercetin/g sedikit lebih tinggi daripada penelitian Farahmandfar *et al.* (2016). Flavonoid merupakan salah satu jenis

dari senyawa fenol yang jumlahnya paling banyak. Tingginya nilai total fenol pada sampel akan berbanding lurus dengan tingginya nilai kadar flavonoid. Menurut Ghasemzadeh (2015) senyawa flavonoid yang ada di dalam ekstrak bekatul meliputi apigenin, katekin, dan quercetin dengan konsentrasi antara 1.36 – 2.65 mg/gram.

Analisis Respon Menggunakan *Response Surface Methodology*

Penelitian ini menggunakan metode *Response Surface Methodology One Factor Design* menggunakan program *Design Expert 7.1.6*. *Response Surface Methodology* (RSM) adalah teknik matematika dan statistika yang berguna untuk memodelkan dan menganalisis data dimana respon yang diteliti dipengaruhi oleh beberapa satu atau lebih variabel dan bertujuan untuk mengoptimalkan respon (Montgomery, 2001). Hasil analisis respon aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoid masing masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Respon Aktivitas Antioksidan, Total Fenol, dan Total Flavonoid dengan Metode RSM *One Factor Design*

No	Konsentrasi ekstrak bekatul (%)		Respon		
	Variabel sebenarnya	Variabel terkode	Aktivitas Antioksidan (%)	Total Fenol (mg GAE/g)	Total Flavonoid (mg Quercetin/g)
1	6.00	0.00	25.36	1347.00	48.00
2	6.00	0.00	28.92	1004.50	47.00
3	6.00	0.00	25.79	1304.50	37.00
4	6.00	0.00	29.25	1069.50	38.00
5	6.00	0,000	42.19	1257.00	48.00
6	3.00	-1.00	11.64	907.00	8.00
7	3.00	-1.00	17.77	752.00	12.00
8	4.50	-0.50	21.27	887.00	5.00
9	7.50	0.50	34.72	1512.00	49.00
10	9.00	1.00	38.65	1562.00	112.00
11	9.00	1.00	38.66	1437.00	74.00

Data yang dihasilkan pada masing masing perlakuan diatas selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui pemilihan model yang disarankan oleh program berdasarkan analisis *sequential model sum of squares*, *lack of fit test*, *summary statistic*, dan *Analysis of Variance* (ANOVA). Pemilihan model ini dilakukan pada masing masing respon sehingga akan didapatkan model hubungan yang sesuai antara masing masing respon terhadap faktor serta didapatkan persamaan matematikanya dan optimasinya. Pada pemilihan model, jenis model yang dipilih untuk ketiga jenis respon adalah model linear. Persamaan matematika yang didapatkan untuk respon aktivitas antioksidan adalah $Y = 4.29038 + 4.04562X$, respon total fenol $Y = 450.96465 + 122.40741X$, dan respon kadar Flavonoid adalah $Y = -40.10101 + 13.92593X$.

Penentuan Titik Optimum

Penentuan titik optimasi respon pertama kali dilakukan dengan pemilihan kriteria faktor dan respon. Kriteria faktor konsentrasi ekstrak bekatul yang dipilih adalah *in range*, sedangkan kriteria respon aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoid adalah *maximize*. Berdasarkan kriteria tersebut didapatkan hasil solusi optimasi yang disarankan oleh program seperti yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Solusi Optimasi dari Program *Design Expert*

Num ber	Konsentrasi ekstrak bekatul (%)	Aktivitas antioksidan	Total fenol	Kadar flavonoid	<i>Desirability</i>	
1	9.00	40.70	1552.63	85.23	0.89	<i>Selected</i>

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa solusi optimasi yang diberikan pada program *Design Expert* adalah pada konsentrasi ekstrak bekatul 9%. Prediksi aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoid yang disarankan oleh program berturut turut adalah 40.70, 1552.63, dan 85.23. Solusi ini memiliki *desirability* 0.89. Nilai *desirability* menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan pada produk akhir. Nilai *desirability* berkisar antara 0 – 1.00 , dimana semakin tinggi nilai *desirability* menunjukkan kemampuan program untuk menghasilkan produk yang dikehendaki semakin sempurna (Raissi and Farzani, 2009).

Verifikasi Hasil Optimum

Verifikasi hasil optimum dilakukan dengan menguji secara aktual solusi optimasi yang diberikan program dan membandingkan hasilnya dengan nilai prediksi. Verifikasi bertujuan untuk membuktikan bahwa solusi titik optimum yang diberikan oleh program adalah nyata dan sesuai dengan penelitian sebenarnya. Hasil verifikasi dianggap sesuai dengan prediksi program apabila perbedaan nilai diantara keduanya tidak lebih dari 5% (Wu *et al.*, 2006). Verifikasi hasil optimum pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Nilai Respon Hasil Optimasi dengan Hasil Verifikasi

	Konsentrasi Ekstrak bekatul (%)	Respon		
		Aktivitas Antioksidan (%)	Total Fenol (mg GAE/g)	Total Flavonoid (mg GAE/g)
Prediksi *	9	40.70	1552.63	85.23
Verifikasi **	9	39.51 ± 0.32	1612.83 ± 55.08	82.67 ± 10.07
Perbedaan (%)		2.94	3.88	3.01

Keterangan : * Hasil prediksi program *Design Experts* ** Data hasil perhitungan aktual

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai verifikasi hasil optimum memiliki perbedaan < 5% dengan nilai prediksi dari program, baik pada respon aktivitas antioksidan, total fenol, maupun aktivitas antioksidan. Hal ini menunjukkan bahwa nilai verifikasi sesuai dengan prediksi dari program sehingga solusi optimasi dapat diterima. Nilai verifikasi yang didapatkan ini juga masuk ke dalam rentang 95% PI *high* – 95% PI *low*. Menurut Buxton (2007) nilai *desirability* berperan penting dalam menentukan masuknya nilai verifikasi ke dalam rentang 95% PI *high* sampai 95% PI *low*. Semakin tinggi nilai *desirability* maka peluang hasil verifikasi diterima akan semakin besar.

Perbandingan Karakteristik Kimia dan Fisik Minuman Sari Jagung-Ekstrak Bekatul

Perbandingan karakteristik kimia dan fisik minuman sari jagung-ekstrak bekatul hasil verifikasi dengan sari jagung kontrol (tanpa penambahan ekstrak bekatul) serta sari buah blueberry dan sari buah tomat komersial dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Sari Jagung-Ekstrak Bekatul dengan Sari Jagung Kontrol dan Sari Buah Komersial

Analisis	Sari Jagung-Ekstrak Bekatul	Sari Jagung Kontrol	Sari Buah Blueberry Komersial	Sari Buah Tomat Komersial
Aktivitas antioksidan (%)	39.51±0.32 ^a	17.35±2.04 ^c	33.93±6.67 ^a	24.94±2.31 ^b
Total Fenol (mg GAE/g)	1612.83±55.07 ^a	551.17±12.58 ^c	762.83±7.64 ^b	584.50±5.00 ^c
Kadar Flavonoid (mg Quercetin/g)	82.67±10.06 ^a	57.33±7.02 ^b	15.33±3.06 ^c	2.67±1.16 ^c
Total Padatan Terlarut (°Brix)	12.00±0.50 ^a	7.83±0.29 ^c	10.50±0.50 ^b	8.83±0.58 ^c
Kadar Lemak (%)	3.98±0.22 ^a	1.03±0.13 ^b	-	-
Warna				
• L	66.96±5.35 ^a	58.47±0.12 ^a	-	-
• A	-0.62±0.53 ^a	-4.50±0.10 ^b	-	-
• B	20.30±0.77 ^a	16.37±0.21 ^b	-	-

Keterangan : notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan pada $\alpha=0.05$

a) Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan Tabel 5, aktivitas antioksidan sari jagung-ekstrak bekatul menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P<0.05$) terhadap sari jagung kontrol. Komponen antioksidan di dalam jagung adalah adanya senyawa fenol dan carotenoid (Luo, 2012). Meski demikian jagung bukanlah sumber antioksidan. Hal ini juga terlihat pada penelitian ini dimana aktivitas antioksidan sari jagung kontrol lebih rendah ($p<0.05$) daripada sari tomat dan blueberry komersial. Nilai aktivitas antioksidan sari jagung-ekstrak bekatul juga berbeda nyata ($P<0.05$) terhadap sari buah tomat komersial. Menurut Ilahy *et al.* (2009) komponen antioksidan dari buah tomat terdapat pada kandungan lycopenen dan β -carotenanya, yang mencapai 254.26 mg/kg dan 104.66 mg/kg. Rendahnya aktivitas antioksidan pada sari buah tomat komersial kemungkinan disebabkan oleh komposisi pasta tomat pada produk yang hanya sebesar 16%. Pada penelitian komposisi jagung sebesar 26.67% dan komposisi ekstrak bekatul sebesar 9%. Adapun komposisi lain adalah air, gula, susu skim, dan tween 80. Aktivitas antioksidan sari jagung-ekstrak bekatul tidak berbeda nyata dengan aktivitas antioksidan sari buah blueberry komersial. Antioksidan blueberry berasal dari adanya senyawa fenolik yaitu anthocyanin, asam fenolat, flavonoid, dan tanin serta (Skrovankova, 2015). Konsentrat blueberry yang ada pada produk sebesar 14%. Selain konsentrat blueberry, di dalam sari buah blueberry komersial juga terdapat air dan perasa blueberry.

b) Total Fenol

Nilai total fenol sari jagung-ekstrak bekatul berbeda nyata ($P<0.05$) terhadap sari jagung kontrol. Menurut Song *et al.* (2013) jagung manis segar memiliki total fenol sebesar 82.60 ± 4.80 mg GAE/g. Adanya proses pemanasan dapat menyebabkan kenaikan total fenol. Hal ini dikarenakan senyawa fenol yang ada di alam berikatan dengan senyawa lain dan sebagian besar bersifat tidak larut air. Adanya proses panas akan melepaskan ikatan pada senyawa fenol (Dewanto *et al.*, 2002). Menurut penelitian Dewanto *et al.*, (2002) proses pemasakan jagung manis pada suhu 100-121°C selama 10-25 menit mampu meningkatkan nilai total fenol secara signifikan. Total fenol sari jagung-ekstrak bekatul juga berbeda nyata ($P<0.05$) terhadap total fenol sari buah blueberry dan tomat komersial, dimana sari jagung-ekstrak bekatul memiliki total fenol yang lebih tinggi. Di sisi lain, nilai total fenol sari blueberry komersial juga berbeda nyata ($p<0.05$) dibandingkan dengan sari tomat komersial. Menurut Rodrigues *et al.* (2010) buah blueberry memiliki total fenol sebesar 436.60 mg GAE/g sedangkan total fenol tomat adalah 11.53 mg GAE/g (Eveline *et al.*, 2014).

c) Kadar Flavonoid

Kadar flavonoid sari jagung-ekstrak bekatul berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap sari jagung kontrol. Komponen flavonoid terbesar pada jagung terdapat pada rambut jagung, sedangkan pada biji jagung muda nilai flavonoid berkisar antara 9.31-14.41 mg CAE/g sampel (Ho *et al.*, 2016). Kadar flavonoid sari jagung-ekstrak bekatul juga berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap kadar flavonoid sari buah blueberry dan tomat komersial, dimana sari jagung-ekstrak bekatul memiliki kadar flavonoid yang lebih tinggi. Menurut Diaconeasa (2015) buah blueberry memiliki kadar flavonoid sebesar 96 mg/g. Pada blueberry terdapat beberapa senyawa flavonoid seperti myricetin dan quercetin, akan tetapi keberadaannya tidak dominan. Senyawa fenol yang dominan terdapat pada blueberry adalah anthocyanin yang juga berperan membentuk warna ungu pada buah. Sedangkan tomat bukanlah sumber flavonoid dimana kandungannya hanya berkisar antara 4-26 mg/g. Senyawa chalconaringenin merupakan senyawa flavonoid terbesar yang ada dalam tomat dengan, yaitu sekitar 35-71% dari kadar flavonoid total (Slimestad, 2008). Nilai flavonoid pada sari buah tidak sebesar nilai pada buah segarnya dikarenakan telah terjadi proses pengolahan dan penyimpanan produk dalam waktu tertentu yang kemungkinan menyebabkan penurunan flavonoid. Selain itu di dalam produk juga ditambahkan air dalam jumlah besar sehingga mengurangi nilai flavonoid yang ada pada produk.

d) Total Padatan Terlarut

Berdasarkan Tabel 5 nilai total padatan terlarut sari jagung-ekstrak bekatul berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap sari jagung kontrol serta sari buah blueberry dan tomat komersial. Nilai total padatan terlarut sari jagung kontrol berbeda nyata ($p < 0.05$) terhadap sari buah blueberry komersial namun tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) terhadap sari buah tomat. Adanya perbedaan nilai total padatan terlarut antar perlakuan kemungkinan disebabkan karena perbedaan kadar glukosa dan fruktosa di dalam masing masing sampel. Kadar glukosa dan fruktosa merupakan faktor yang paling mempengaruhi nilai total padatan terlarut (Teka, 2013). Semakin banyak kandungan glukosa dan fruktosa pada bahan pangan maka nilai total padatan terlarutnya semakin besar. Nilai total padatan terlarut juga berhubungan dengan tingkat kematangan buah. Semakin matang buah maka total padatan terlarutnya semakin besar (Teka, 2013) karena pada proses pematangan terjadi degradasi polisakarida menjadi gula sederhana (Salunkhe *et al.*, 1974). Kenaikan nilai total padatan terlarut pada sari jagung-ekstrak bekatul dibandingkan dengan sari jagung kontrol kemungkinan disebabkan karena banyaknya senyawa fenol yang ada di dalam ekstrak bekatul. Menurut Sosulski (1982) senyawa fenol yang ada di alam sebagian besar tidak berada dalam bentuk bebas. Senyawa fenol ini berikatan dengan senyawa lain, diantaranya adalah membentuk ikatan glikosida dengan glukosa. Menurut Lattanzio (2013) sebagian besar senyawa fenol berikatan dengan gula atau asam organik. Adanya senyawa fenol yang berikatan dengan gula inilah yang kemungkinan menyebabkan kenaikan nilai total padatan terlarut pada sari jagung-ekstrak bekatul.

e) Kadar Lemak

Analisis kadar lemak dilakukan pada sari jagung-ekstrak bekatul hasil verifikasi dengan sari jagung kontrol. Nilai kadar lemak sari jagung-ekstrak bekatul adalah $3.98 \pm 0.22\%$ dan berbeda nyata ($P < 0.05$) dari sari jagung kontrol yaitu $1.03 \pm 0.13\%$. Pelarut ethanol yang digunakan untuk mengekstraksi bekatul memiliki gugus polar dan non polar sehingga dapat mengekstrak senyawa polar dan non polar (Schiller, 2010). Gugus non polar dari ethanol dapat mengekstraksi komponen minyak pada bekatul karena kandungan minyak pada bekatul sendiri mencapai 20.31% (Choi *et al.*, 2011). Adanya komponen minyak yang terestrak dengan ethanol akan meningkatkan jumlah komponen bioaktif di dalam ekstrak karena beberapa senyawa bioaktif seperti tokoferol, tokotrienol, dan oryzanol bersifat larut dalam minyak (Yuliana, 2015).

f) Warna

Analisis warna dilakukan pada sari jagung-ekstrak bekatul hasil verifikasi dengan sari jagung kontrol. Secara fisik, warna sari jagung-ekstrak bekatul berwarna cokelat kemerahan, sedangkan warna sari jagung kontrol adalah kuning terang. Berdasarkan Tabel 7 diketahui

bahwa nilai L (kecerahan) antara sari jagung-ekstrak bekatul dengan sari jagung kontrol terjadi sedikit kenaikan antara nilai L sari jagung kontrol dengan sari jagung-ekstrak bekatul akan tetapi kenaikan tersebut secara statistik tidak berbeda nyata ($p>0.05$). Nilai L pada ekstrak bekatul adalah 47.40 ± 0.79 . Adapun pada nilai a (hijau-merah) dan nilai b (biru-kuning) antar kedua sampel memberikan pengaruh yang nyata ($P<0.05$). Pada uji warna a terjadi kenaikan nilai antara sari jagung kontrol (-4.50) dengan sari jagung-ekstrak bekatul (-0.62) yang menandakan warna minuman berubah menjadi kemerahan. Hal ini dikarenakan ekstrak bekatul yang dihasilkan memang berwarna kemerahan. Pada uji warna, nilai a dari ekstrak bekatul adalah 5.97 ± 0.38 . Sedangkan pada uji b juga terjadi kenaikan nilai antara sari jagung kontrol (16.37) dengan sari jagung-ekstrak bekatul (20.30) yang menandakan sampel berubah menjadi kekuningan. Pada uji nilai b pada ekstrak bekatul diketahui nilai b ekstrak bekatul adalah 34.63 ± 0.71 . Perubahan warna ini disebabkan oleh adanya penambahan ekstrak bekatul yang memiliki warna merah kecokelatan.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ekstrak bekatul memiliki nilai aktivitas antioksidan yang tinggi dikarenakan adanya senyawa senyawa antioksidan seperti senyawa fenol dan flavonoid. Model linear merupakan model yang sesuai untuk merepresentasikan pengaruh penambahan ekstrak bekatul terhadap nilai aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoid minuman fungsional sari jagung-ekstrak bekatul. Semakin besar konsentrasi ekstrak bekatul yang ditambahkan maka nilai aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoidnya juga semakin tinggi. Penambahan ekstrak bekatul berpengaruh nyata ($p<0.05$) terhadap peningkatan nilai aktivitas antioksidan, total fenol, kadar flavonoid, total padatan terlarut, dan kadar lemak apabila dibandingkan dengan sari jagung kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak bekatul secara signifikan mampu meningkatkan nilai fungsional dari sari jagung. Perbandingan sari jagung-ekstrak bekatul hasil verifikasi dengan sari tomat komersial menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0.05$) pada nilai aktivitas antioksidan, total fenol, kadar flavonoid, dan total padatan terlarut, sedangkan perbandingan dengan sari tomat komersial menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0.05$) pada total fenol, kadar flavonoid, dan total padatan terlarut. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai fungsional (antioksidan) yang ada di dalam sari jagung-ekstrak bekatul lebih tinggi daripada sari buah komersial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. yang telah memberikan dukungan beasiswa penelitian kepada penulis melalui program Indofood Riset Nugraha (IRN) tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, I.S. 2010. Pengemasan dan Penyimpanan Minuman Sari Jagung. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Boudries H., Madani K., Touati N., Souagui S., Medouni S., Chibane M. 2012. Pulp Antioxidant Activities, Mineral Contents, and Juice Nutritional Properties of Algerian Clementine Cultivars and Mandarin. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(18) pp 4258-4267
- Buxton R. 2007. Design Expert 7 : Introduction, Mathematics Learning Support. <http://www.lboro.ac.uk/>. Diakses tanggal 17 Juni 2017
- Choi, Y.S., Choi, J.H., Han, D.J., Kim, H.Y., Lee, M.A., Kim, H.W., 2011. Effects of Rice Bran Fibre On Heat-Induced Gel Prepared With Pork Salt-Soluble Meat Proteins in Model System. *Meat Science*, 88, 59–66 (Desember 2008) 165-172

- Duangkamol R.N, Thawai C, Nokkoul R, Sukonthamut S. 2014. Gamma-Oryzanol Extraction from Upland Rice Bran. *International Journal of Bioscience, Biochemistry, and Bioinformatics* Vol.4 no.4
- Dumbrava D.G, Hadaruga N.G, Moldovan C, Raba D.N, Popa V.M and Radoi B. 2011. Antioxidant Activity in Some Fresh Vegetables and Fruit Juices. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 2011, 17 (2), 163-168.
- Evelin, Siregar T.M dan Sanny. Studi Aktivitas Antioksidan pada Tomat Konvensional dan Organik Selama Penyimpanan. Prosiding SNST ke 5 Tahun 2014
- Farahmandfar R, Asnaashari M and Sayyad R. 2015. Comparison Antioxidant Activity Of Tarom Mahali Rice Bran Extracted From Different Extraction Methods And Its Effect On Canola Oil Stabilization. *Journal of Food Science Technology* 52 (10) : 6385-6394
- Fu L, Xu B.T, Gan R.Y, Zhang Y, Xu X.R, Xia E.Q, Li H.B, 2011. Total Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Herbal and Tea Infusions. *International Journal Of Molecular Science*, 2011, 12, 2112-2124
- Ghasemzadeh A, Jaafar H.Z.E, Juraimi A.S, Meigooni A.T, 2015. Comparative Evaluation of Different Extraction Techniques and Solvents for the Assay of Phytochemicals and Antioxidant Activity of Hashemi Rice Bran. *Molecules Journal* 2015, vol. 20, pp. 10822-10838
- Hadipernata, M. 2007. Mengolah Dedak Menjadi Minyak (Rice Bran Oil). Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol 29 No 4.
- Hapsari R.P, Fikri A, Zullaikah S dan Rachimoellah. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Oryzanol dari Minyak Dedak Padi. *Jurnal Teknik Pomits* Vol.1 No.1 (2013) 1-7
- Ho Y.M, Nizam W.A dan Rosli W. 2016. Antioxidative Activities and Polyphenolic Content of Different Varieties of Malaysian Young Corn Ear and Cornsilk. *Sains Malaysiana* 45(2)(2016): 195–200
- Ilahy R, Hdider C and Tili I. 2009. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Tomato High Lycopene Content Advancrd Breeding Line. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology*
- Kim, O.S. 2005. Radical Scavenging Capacity and Antioxidant Activity of the E Vitamin Fraction in Rice Bran. *Journal Food Science*
- Lattanzio, V. 2013. Phenolic Compounds : Introduction. DOI: 10.1007/978-3-642-22144-6_57
- Luo Y and Wang Q. 2012. Bioactive Compounds in Corn. *Cereals and Pulses : Nutraceutical Properties and Health Benefits*. First Edition
- Montgomery and Douglas C. 2001. Design and Analysis Of Experiments 5th edition. John Wiley & Sons, Inc., Canada
- Moongngarm A, Daomukda N and Khumpika S. 2012. Chemical Compositions, Phytochemicals, and Antioxidant Capacity of Rice Bran, Rice Bran Layer, and Rice Germ. *APCBEE Procedia* 2 (2012) 73-79
- NiNasir S, Fitriyanti dan Kamila H. 2009. Ekstraksi Dedak Padi Menjadi Minyak Mentah Dedak Padi (Crude Rice Bran Oil) dengan Pelarut N-Hexane dan Ethanol. *Jurnal Teknik Kimia* No.2 Vol.16 April 2009
- Padghan P.V, Patil S, Jaybhaye R.V, Katore V.D and Deshmukh N. 2015. Studies on Cost of Production of Sweet Corn Milk and Its Blended Milk Products. *Journal of Ready to Eat Food Vol.2 Issue 2: 51-55*
- Patil S, Kar A and Mohapatra D. 2016. Stabilization of Rice Bran Using Microwave : Process Optimization and Storage Studies. *Journal of Food and Bioproducts Processing* 99 (2016) 204-211
- Raissi S and Farzani, R.E. 2009. Statistical Process Optimization Through Multi- Response Surface Methodology. *World Academy Science Engineering and Technology* 267-271
- Rodrigues E, Poerner N, Rockenbach I, Gonzaga L.V, Mendes C.R, Fett R. 2010. Phenolic Compound and Antioxidant Activity of Blueberry Cultivars Grow in Brazil. *Cienz. Technology Aliment, Campinas* 31 (4): 911-917
- Sabariman, M. 2007. Sifat Reologi dan Sifat Fisik Minuman Emulsi Kaya Beta Karoten dari Minyak Sawit Merah dengan Menggunakan Beberapa Pengemulsi. TESIS. Bogor : Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

- Salunkhe, D.K, Jadhar, S.J and Yu, M. H. 1974. Quality and Nutritional Composition of Tomato Fruits Influenced by Certain Biochemical and Physiological Changes. *Qualitas Plantarum*, 1974; 24:85-113.
- Schiller, M. 2010. Ethanol as a Solvent. <http://www.easychem.com.au/>. Diakses tanggal 17 Juni 2017
- Slimestad R, Fossen T and Verheul M. 2008. The Flavonoids of Tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56 (7) pp 2436-2441
- Sosulski F, Krygier K and Hogge L. 1982. Free, Esterified, and Insoluble-Bound Phenolic Acids. 3. Composition Of Phenolic Acids In Cereal And Potato Flours. *Journal Agricultural Food Chemistry* 1982, 30, 337-340.
- Sutrisna E.M. Penyakit Degeneratif. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Teka, T. 2013. Analysis of the Effect of Maturity Stage on the Postharvest Biochemical Quality Characteristics Of Tomato (*Lycopersicon esculentum* MILL.) Fruit. *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Science* 2013; 3 (5): 180-186.
- Widarta I.W.R, Nocianitri dan Sari. 2013. Ekstraksi Komponen Bioaktif Bekatul Beras Lokal dengan Beberapa Jenis Pelarut. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* Vol.2 No.2
- Wu M, Sing H, Wang S and Xu S. 2006. Optimizing Condition for the Purification of Linoleic Acid from Sunflower Oil by Urea Complex Fractination. *Journal Am Oil Chemistry* 85 (7): 677-684
- Xu, Z and Godber J.S. 1999. Purification And Identification Of Components Of Gamma Oryzanol In Rice Bran Oil. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 47 : 2724-2728
- Xu Z, Hua N, Godber J.S. Antioxidant Activity Of Tocopherols, Tocotrienols, And Γ -Oryzanol Components From Rice Bran Against Cholesterol Oxidation Accelerated By 2,2'-Azobis (2-Methylpropionamidine) Dihydrochloride. *Journal Agriculture. Food Chemistry*. 2001, 49, 2077–2081.
- Yuliana, A. 2015. Pengaruh Penambahan Antioksidan terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Minyak Dedak Padi. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
- Zaidel D.N.A, Muhamad I.I, Jusoh Y.M.M. 2016. Antioxidant Properties of Rice Bran Oil from Different Varieties Extracted by Solvent Extraction Method. *Technology Journal UTM* 78: 6-12 (2016) 107-110