

FORTIFIKASI ANTIOKSIDAN DARI BEKATUL BERAS MERAH (*Oryza nivara*) PADA TEMPE KEDELAI (*Glycine max (L) meril*) DENGAN VARIASI LAMA FERMENTASI

FORTIFICATION ANTIOXIDANT FROM RED RICE BRAN (*Oryza Nivara*) IN SOYBEAN (*Glycine max (L) meril*) WITH DIFFERENCES IN THE DURATION OF FERMENTATION

Oktavia Diyanti Permatasari¹, Nanik Suhartatik², Akhmad Mustofa³

¹Fakultas Teknologi dan Industri pangan Universitas Slamet Riyadi Surakarta,
Jl. Sumpah Pemuda 18 Joglo Kadapiro Surakarta 57136

Email: garadaiva@gmail.com

ABSTRAK

Tempe merupakan salah satu produk fermentasi kedelai tradisional yang cukup terkenal, dengan menggunakan jamur *Rhizopus oligosporus*. Tempe mempunyai berbagai macam manfaat bagi kesehatan tubuh. Demikian juga dengan bekatul beras merah yang memiliki berbagai nutrisi yaitu kandungan antioksidan dan serat yang tinggi, mengandung banyak mineral. Di kalangan masyarakat, bekatul beras merah belum banyak dimanfaatkan terutama sebagai produk olahan yang memiliki nilai fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik kimia dan sensori tempe kedelai yang difortifikasi bekatul beras merah dan lama fermentasi, menentukan formulasi yang tepat dari tempe kedelai yang difortifikasi bekatul beras merah dengan lama fermentasi sehingga diperoleh tempe dengan aktivitas antioksidan dan serat yang tinggi serta disukai konsumen. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktorial. Faktor pertama adalah rasio kedelai dan bekatul beras merah (80:20; 70:30; 60:40), sedangkan faktor kedua adalah lama fermentasi (24, 36, 48 jam). Penelitian dimulai dari pembuatan tempe yang difortifikasi bekatul beras merah kemudian dianalisis menggunakan analisis kadar air, kadar abu, kadar protein, aktivitas antioksidan, kadar serat, dan analisis uji organoleptik meliputi warna, rasa, aroma, kekompakan, dan kesukaan keseluruhan. Hasil penelitian yang terbaik adalah pada rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 dengan lama fermentasi 48 jam didasarkan pada hasil pengujian kimia antioksidan dan serat terbaik. Pada perlakuan ini dihasilkan kadar air 51,34%, kadar abu 8,90%, kadar protein 21,62%, aktivitas antioksidan 72,03%, dan kadar serat 23,44%, sedangkan untuk pengujian organoleptik yang meliputi warna 3,66(merah bata); aroma 3,24 (aroma bekatul beras merah kuat); rasa 3,54 (rasa bekatul beras merah sangat kuat); kekompakan 3,73(kekompakan tempe sangat kuat); dan kesukaan keseluruhan 3,35 (suka).

Kata kunci: Tempe, bekatul beras merah, antioksidan, serat, lama fermentasi.

ABSTRACT

Tempeh is one of the well-known traditional soybean fermentation products, using the mushroom *Rhizopus oligosporus*. Tempeh has a variety of health benefits. Moreover, red rice bran which has a variety of nutrients that contain antioxidants and high fiber, and contain lot of minerals. Among the people, red rice bran has not been widely used, especially as a processed product that has functional value. This study aims to determine the chemical characteristics and sensory of soybean tempeh fortified with red rice bran and fermentation duration, to determine the appropriate formulation of soybean fortified soybean rice bran with fermentation duration

so that tempe is obtained with antioxidant activity and high fiber as well as consumer preference. This research was conducted using two factorials Completely Randomized Design (CRD) The first factor was the ratio of soybean and rice bran (80:20; 70:30; 60:40), while the second factor was the duration of fermentation (24, 36, 48 hours). The study began with the making of tempeh fortified with red rice bran and then analyzed for water content analysis, ash content, protein content, antioxidant activity, fiber content, organoleptic test analysis including color, taste, aroma, compactness, and overall preference. The best results was at the ratio of 60:40 soybean and rice bran with fermentation duration 48 hour based on the results of testing the best chemical antioxidants and fiber. At this treatment produced 51,34% water content, 8,90% ash content, 21,62% protein content 72,03% antioxidant activity, and 23,44% fiber content, while for organoleptic testing which includes the color of 3,66 (brick red); aroma 3,24 (strong red rice bran aroma); flavor 3,54(flavor red rice bran very strong); compactness 3,73(compactness of tempeh is very strong); and overall preference 3,35 (likes).

Keywords: *Tempeh, red rice bran, antioxidant, fiber, long fermentation.*

PENDAHULUAN

Radikal bebas merupakan suatu molekul yang orbit terluarnya memiliki satu atau lebih atom yang tidak berpasangan, yang bersifat sangat labil dan reaktif (Soeksmanto, Hapsari, & Simanjuntak, 2007). Radikal bebas dalam tubuh bersifat sangat reaktif dan akan berinteraksi secara destruktif melalui reaksi oksidasi dengan bagian tubuh maupun sel-sel tertentu yang tersusun atas lemak, protein, karbohidrat, DNA, dan RNA sehingga memicu berbagai penyakit seperti jantung koroner, kanker dan penuaan dini. Oleh sebab itu dibutuhkan antioksidan untuk mengatasi radikal bebas (Reynertson, 2007).

Berbagai bukti ilmiah menunjukkan bahwa senyawa antioksidan mengurangi resiko terhadap penyakit kronis seperti kanker dan penyakit jantung koroner (Prakash, 2001). Antioksidan diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu: antioksidan endogen (berasal dari dalam tubuh) dan antioksidan eksogen (berasal dari luar tubuh). Penambahan antioksidan sintetik seperti butil hidroksi anisol (BHA) dan butil hidroksi toluene (BHT) pada berbagai produk kosmetik, obat, makanan maupun minuman, memberikan efek toksik dan karsinogenik pada tubuh manusia sehingga dilakukan usaha untuk mencari antioksidan alami yang berasal dari tumbuhan yang dianggap lebih baik dan lebih aman dari antioksidan sintetik, khususnya apabila ditinjau dari segi kesehatan (Osawa, Katsuzaki, Hagiwara, & Shibamoto, 1992). Bekatul beras merah merupakan salah satu agen atau sumber antioksidan alami yang dapat ditambahkan dalam berbagai produk olahan pangan.

Bekatul beras merah mengandung senyawa antioksidan yang dikelompokkan ke dalam 8 kelompok antara lain asam fenolik, flavonoid, antosianin, proantosianin, tokoferol, tokotrienol, γ -oryzanol, dan asam fitat (Goufo & Trindade, 2014). Saat ini, bekatul justru banyak diburu

untuk dikonsumsi manusia karena khasiatnya yang baik untuk kesehatan. Bekatul dilaporkan memiliki aktivitas pencegahan terhadap kanker kolon, payudara, hati, dan kulit dari hasil penelitian *in vivo* maupun *in vitro* (Tuarita, Sadek, Sukarno, Yuliana, & Budijanto, 2017).

Alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan memfortifikasi bekatul beras merah pada jenis makanan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat, salah satunya yaitu tempe. Fortifikasi ini bertujuan untuk mengganti suatu zat mikro yang hilang selama proses pengolahan dengan suatu zat mikro serupa yang terdapat pada bahan pangan lainnya. Tempe merupakan produk pangan yang potensial untuk difortifikasi dengan bahan pangan antioksidan guna menambah nilai fungsional dari tempe tersebut. Jenis antioksidan yang terdapat dalam tempe adalah isoflavon. Isoflavon pada tempe tidak stabil terhadap pemanasan. Tingkat kehilangan isoflavon pada saat pengukusan sebesar 13,3%, dan pada perebusan mengalami kehilangan sebesar 18,2% (Utari, Rimbawan, Riyadi, Muhilal & Purwastyastuti, 2010). Dalam bekatul beras merah mengandung jenis antioksidan yang tahan terhadap pemanasan yaitu γ -oryzanol. Menurut penelitian Srisaipet & Nuddagul (2014), mengenai stabilitas gamma oryzanol pada temperatur tinggi, mengatakan bahwa terjadi degradasi gamma oryzanol dalam bekatul pada pemanasan dengan temperatur 120°C. Hal ini menjelaskan bahwa pada suhu 120°C, gamma oryzanol tersebut masih stabil terhadap pemanasan.

Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk menggantikan zat antioksidan pada tempe yang hilang selama proses pengolahan dengan suatu zat antioksidan pada bekatul beras merah, salah satunya yaitu gamma oryzanol yang tahan terhadap pemanasan.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain botol timbang, vortex, oven, desikator, spektrofotometer UV-VIS merk Thermo Scientific dengan tipe G10S UV-VIS, tabung reaksi, pipet ukur, erlenmeyer, krush porselin, muffle merk Nabertherm dengan tipe L5/11/C6, corong, pendingin balik, kertas saring, kertas indikator pH, labu takar, labu kjehdahl, serangkaian alat titrasi, serangkaian alat destruksi.

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kedelai putih yang diperoleh dari Pasar Gede, bekatul beras merah yang diperoleh dari Pasar Gede, ragi tempe merk raprima yang diperoleh dari Pasar Gede. Bahan – bahan tersebut langsung diambil dari Pasar Gede tanpa ada permintaan tertentu.

Bahan – bahan analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah DPPH dari USA, metanol dari Germany, dan aquades yang diperoleh dari Fakultas Teknologi dan Industri Pangan Universitas Slamet Riyadi Surakarta, H₂SO₄ 0,255 N, NaOH 0,313 N, K₂SO₄ 10%, aquades panas, alkohol, H₂SO₄ 93%, Na₂SO₄, HgO, Zn, HCl.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktorial. Faktor pertama yaitu rasio kedelai dan bekatul beras merah (80:20, 70:30, 60:40) sedangkan faktor kedua yaitu lama fermentasi (24, 36, 48 jam).

Rancangan tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh akan diuji dengan sidik ragam pada signifikansi 5%. Jika ada beda nyata, uji akan dilanjutkan dengan uji Tukey dengan tingkat signifikansi 5%.

Tahapan Penelitian

Proses Pembuatan Tempe Bekatul Beras merah

Proses Pembuatan Tempe Bekatul Beras Merah (Setyowati, Sarbini, & Rejeki, 2008) yang telah dimodifikasi. Pembuatan tempe bekatul beras merah diawali dengan penyiapan bahan baku yaitu biji kedelai, bekatul beras merah, serta ragi tempe. Dilakukan penyortiran pada biji kedelai dengan tujuan untuk memisahkan antara kedelai yang baik dan kedelai yang cacat. Kedelai direndam selama semalam \pm 12 jam. Kedelai ditiriskan lalu dilakukan perebusan selama 10 menit. Kedelai kemudian ditiriskan lalu dihilangkan kulit ari kedelai. Kedelai dikukus selama 10 menit bersama bekatul beras merah yang sudah ditimbang sesuai perlakuan. Kedelai dan bekatul beras merah yang sudah dikukus kemudian diangin-anginkan sampai dingin. Setelah dingin, kedelai beserta bekatul beras merah ditambah ragi tempe sebanyak 0,5% dan dicampur sampai rata. Kedelai dan bekatul beras merah dikemas dalam plastik yang telah dilubangi. Difermentasi selama 24, 36, dan 48 jam pada suhu kamar.

Cara Pengumpulan Data

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis kimia dan organoleptik. Analisis kimia terdiri dari analisis kadar air dengan metode Thermogravimetri (AOAC, 1992), analisis kadar abu dengan metode pemanasan (AOAC, 1992), analisis kadar protein dengan metode makro kjeldahl (Baedhowie & Praggonowati, 1982), analisis aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Yen & Chen, 1995), analisis kadar serat kasar dengan metode *Defatting* dan *Digestion* (Sudarmadji, Haryono, & Suhardi, 1989), sedangkan uji organoleptik menggunakan metode *scoring test* (Kartika, Hastuti, & Supartono, 1998) yang meliputi: warna, aroma, rasa, kekompakan, dan kesukaan keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rangkuman Hasil Analisis Kimia Tempe Bekatul Beras Merah

Lama fermentasi	Rasio bahan	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Antioksidan (%)	Kadar Serat Kasar (%)
24 jam	80:20	59,93 ^f	1,97 ^{ab}	20,16 ^a	12,80 ^a	17,51 ^c
	70:30	54,92 ^d	2,20 ^{abc}	20,70 ^{ab}	25,44 ^{bc}	19,30 ^d
	60:40	47,69 ^a	2,99 ^b	21,44 ^c	39,31 ^{de}	20,51 ^f
36 jam	80:20	58,44 ^{ef}	1,58 ^a	21,20 ^{bc}	21,84 ^b	16,32 ^b
	70:30	53,87 ^b	1,98 ^{ab}	21,19 ^{bc}	32,80 ^{cd}	20,62 ^f
	60:40	49,23 ^{ab}	3,03 ^{bc}	21,40 ^c	47,60 ^e	19,82 ^e
48 jam	80:20	61,43 ^f	2,08 ^{abc}	22,56 ^e	23,90 ^b	14,47 ^a
	70:30	55,68 ^{bc}	2,26 ^{abc}	22,20 ^{de}	41,70 ^e	19,21 ^d
	60:40	51,34 ^{bc}	3,31 ^c	21,62 ^{cd}	72,03 ^f	23,44 ^g

Keterangan:

- Purata yang diikuti huruf berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan uji Tukey 5%.

Analisis Kadar Air

Hasil uji analisis menggunakan sidik ragam anova dengan signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada signifikansi 5% menunjukkan bahwa kadar air tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio, lama fermentasi, dan kombinasi perlakuan antara rasio dan lama fermentasi berbeda nyata. Data hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa kadar air tempe bekatul beras merah yang paling besar adalah sebesar 61,43% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 dengan lama fermentasi 48 jam. Kadar air bekatul beras merah yang paling rendah adalah sebesar 47,69% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 dengan lama fermentasi 24 jam. Kadar air berkurang seiring dengan semakin banyaknya bekatul beras merah yang ditambahkan. Hal ini disebabkan karena berkurangnya prosentase kedelai dalam tempe, dimana kedelai telah melewati proses perendaman dan perebusan pada saat pembuatan tempe, yang menyebabkan masuknya air ke dalam kedelai, sehingga kadar air kedelai menjadi naik.

Lama fermentasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 24, 36, dan 48 jam. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2009), menyatakan bahwa kadar air maksimal pada tempe sebesar 65%. Dapat dikatakan bahwa kadar air tempe bekatul beras merah sudah memenuhi standar karena jumlah kadar air di bawah 65% sesuai dengan persyaratan SNI.

Analisis Kadar Abu

Hasil uji analisis menggunakan sidik ragam anova dengan signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada signifikansi 5% menunjukkan bahwa kadar abu tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio dan kombinasi perlakuan antara rasio dan lama fermentasi berbeda nyata, sedangkan pada lama fermentasi berbeda tidak nyata. Data hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa kadar abu tempe bekatul beras merah yang paling besar adalah 3,31% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 dengan lama fermentasi 48 jam. Kadar abu paling rendah adalah 1,58% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 dengan lama fermentasi 36 jam. Pada penelitian ini, lama fermentasi tidak mempengaruhi kadar abu pada tempe bekatul beras merah yang dihasilkan. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2012), batas maksimal kadar abu tempe kedelai sebesar 1,5%. Dapat dikatakan bahwa kadar abu dari tempe bekatul belum memenuhi persyaratan SNI karena hasilnya jauh dari batas maksimal yang ditetapkan. Hal tersebut dikarenakan tempe yang dibuat mengandung bekatul yang memiliki banyak mineral sehingga menghasilkan kadar abu yang tinggi, sedangkan batas maksimal kadar abu yang ditetapkan SNI adalah untuk produk tempe kedelai biasa.

Analisis Kadar Protein

Hasil uji analisis menggunakan sidik ragam anova dengan signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada signifikansi 5% menunjukkan bahwa kadar protein tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio berbeda tidak nyata, sedangkan pada perlakuan lama fermentasi dan kombinasi perlakuan antara rasio kedelai dan bekatul beras merah dengan lama fermentasi berbeda nyata. Data hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel 1 terlihat bahwa kadar protein tempe bekatul beras merah yang paling besar adalah sebesar 22,56% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 dengan lama fermentasi 48 jam. Kadar protein tempe bekatul beras merah paling sedikit adalah sebesar 20,16% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 dengan lama fermentasi 24 jam.

Lama Fermentasi yang digunakan adalah 24, 36, dan 48 jam. Pada tabel tersebut terlihat bahwa semakin banyak waktu fermentasi yang digunakan maka semakin tinggi kadar protein pada tempe bekatul beras merah. Selama proses fermentasi terjadi perubahan jumlah kandungan asam amino yaitu lisin mengalami penurunan sebesar 10%. Metionin mengalami penurunan sebesar 3% sampai 10% (Kasmidjo, 1990). Triptopan dan alanin naik sampai 20%. Secara keseluruhan jumlah asam-asam amino yang lain mengalami kenaikan setelah

fermentasi. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2012), menyatakan bahwa kadar protein maksimal untuk tempe yaitu 16%. Dapat dikatakan bahwa tempe bekatul beras belum memenuhi persyaratan SNI karena hasilnya yang melebihi batas maksimal.

Analisis Aktivitas Antioksidan

Hasil uji analisis menggunakan sidik ragam anova dengan signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada signifikansi 5% menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio, lama fermentasi, dan kombinasi perlakuan antara rasio dan lama fermentasi berbeda nyata. Data hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel 1 terlihat bahwa aktivitas antioksidan tempe bekatul beras merah yang paling besar adalah sebesar 72,03% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 dengan lama fermentasi 48 jam. Aktivitas antioksidan bekatul beras merah yang paling rendah adalah sebesar 12,80% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 dengan lama fermentasi 24 jam.

Pada tabel 1 lama fermentasi juga mempengaruhi aktivitas antioksidan. Semakin lama waktu fermentasi yang digunakan maka aktivitas antioksidan pada tempe bekatul beras merah semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan selama proses fermentasi, antioksidan yang terdapat pada tempe dan bekatul berubah menjadi senyawa turunan yang aktivitas antioksidannya lebih tinggi dibandingkan aktivitas antioksidan sebelum fermentasi.

Analisis Kadar Serat Kasar

Hasil uji analisis menggunakan sidik ragam anova dengan signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada signifikansi 5% menunjukkan bahwa kadar serat tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio dan kombinasi perlakuan antara rasio kedelai dan bekatul beras merah dengan lama fermentasi berbeda nyata, sedangkan pada perlakuan lama fermentasi berbeda tidak nyata. Data hasil analisis dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa kadar serat tempe bekatul beras merah yang paling besar adalah sebesar 23,44% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 dengan lama fermentasi 48 jam. Kadar serat tempe bekatul beras merah paling sedikit adalah sebesar 14,47% diperoleh dari perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 dengan lama fermentasi 48 jam. Berdasarkan persyaratan mutu tempe menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2012), kadar serat kasar pada tempe maksimal 2,5%. Dapat dikatakan bahwa tempe bekatul beras merah pada penelitian ini belum memenuhi persyaratan SNI karena hasilnya yang melebihi persyaratan batas maksimal. Hal ini dikarenakan kadar serat kasar pada kedelai sendiri sebesar 3,7 gram per 100 gram (Sutomo, 2008), sedangkan kadar serat kasar pada bekatul beras

merah mencapai 4,4-7,0 gram per 100 gram (Juliano, 1985). Jika dibandingkan, kadar serat kasar bekatul beras merah jauh lebih tinggi dibanding dengan kadar serat kasar pada kedelai, sehingga kadar serat kasar pada tempe bekatul beras merah hasilnya lebih tinggi.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Uji Organoleptik Tempe Bekatul Beras Merah

Lama fermentasi	Rasio bahan	Warna	Aroma	Rasa	Kekompakan	Kesukaan Keseluruhan
24 jam	80:20	3,82 ^{abc}	2,91 ^{ab}	2,71 ^{ab}	2,54 ^{ab}	2,60 ^a
	70:30	4,27 ^{bc}	3,62 ^{ab}	3,21 ^{ab}	2,64 ^{abc}	2,81 ^a
	60:40	4,40 ^c	3,78 ^b	3,70 ^b	2,32 ^a	2,75 ^a
36 jam	80:20	3,25 ^{ab}	2,79 ^{ab}	2,73 ^{ab}	3,43 ^{abcd}	2,55 ^a
	70:30	3,65 ^{abc}	3,21 ^{ab}	3,21 ^{ab}	3,62 ^{bcd}	2,92 ^a
	60:40	3,42 ^{abc}	3,23 ^{ab}	3,35 ^{ab}	3,31 ^{abcd}	2,83 ^a
48 jam	80:20	3,11 ^a	2,58 ^a	2,60 ^a	3,80 ^d	2,64 ^a
	70:30	3,28 ^{ab}	3,00 ^{ab}	2,87 ^{ab}	3,70 ^{cd}	2,50 ^a
	60:40	3,66 ^{abc}	3,24 ^{ab}	3,54 ^{ab}	3,73 ^{cd}	3,35 ^a

Keterangan:

Warna : Angka semakin tinggi maka warna tempe semakin berwarna merah bata
 Aroma : Angka semakin tinggi maka aroma bekatul pada tempe semakin kuat
 Rasa : Angka semakin tinggi maka rasa bekatul pada tempe semakin kuat
 Kekompakan : Angka semakin tinggi maka tekstur dari tempe semakin kompak
 Kesukaan Keseluruhan : Angka semakin tinggi maka kesukaan keseluruhan dari panelis semakin tinggi

Warna

Hasil uji anova menunjukkan bahwa warna merah bata pada tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio berbeda tidak nyata, sedangkan pada kombinasi perlakuan antara rasio kedelai dan bekatul beras merah dengan lama fermentasi dan pada perlakuan lama fermentasi berbeda nyata. Pada penelitian tempe bekatul beras merah ini diujikan pada 20 panelis.

Dari tabel 2 menunjukkan bahwa penilaian panelis terhadap warna tempe bekatul beras merah tertinggi sebesar 4,40 diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40% dengan lama fermentasi 24 jam. Penilaian panelis terhadap warna tempe bekatul beras merah yang terendah sebesar 3,11 diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 dengan lama fermentasi 48 jam. Dari penilaian 20 panelis dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah bekatul beras merah yang ditambahkan, warna tempe menjadi semakin berwarna merah bata.

Aroma

Hasil uji anova menunjukkan bahwa aroma tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio, lama fermentasi, dan kombinasi perlakuan antara rasio dan lama fermentasi berbeda nyata. Pada penelitian tempe bekatul beras merah ini diujikan pada 20 panelis.

Dari tabel 2 menunjukkan penilaian panelis terhadap aroma tempe bekatul beras merah tertinggi diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 dengan lama fermentasi 24 jam yaitu 3,78. Penilaian panelis terhadap aroma tempe bekatul beras merah terendah diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 dengan lama fermentasi 48 jam yaitu 2,58. Dari penilaian 20 panelis dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan bekatul beras merah maka aroma khas bekatul beras merah semakin kuat.

Rasa

Hasil uji anova menunjukkan bahwa rasa bekatul beras merah pada tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio dan kombinasi perlakuan antara rasio kedelai dan bekatul beras merah dengan lama fermentasi berbeda nyata, sedangkan pada perlakuan lama fermentasi berbeda tidak nyata. Pada penelitian tempe bekatul beras merah ini diujikan pada 20 panelis.

Dari tabel 2 menunjukkan penilaian panelis terhadap rasa bekatul beras merah pada tempe bekatul beras merah tertinggi diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 sebesar 3,70 dengan lama fermentasi 24 jam. Penilaian panelis terhadap rasa tempe bekatul beras merah terendah diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 sebesar 2,60 dengan lama fermentasi 48 jam. Dari penilaian 20 panelis dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan bekatul beras merah pada pembuatan tempe maka rasa bekatul beras merah semakin kuat.

Kekompakan

Hasil uji anova menunjukkan bahwa kekompakan tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio berbeda tidak nyata, sedangkan pada kombinasi perlakuan antara rasio kedelai dan bekatul beras merah dengan lama fermentasi dan pada perlakuan lama fermentasi berbeda nyata. Pada penelitian tempe bekatul beras merah ini diujikan pada 20 panelis.

Dari tabel 2 menunjukkan bahwa rasio kedelai dan bekatul beras merah mempengaruhi kekompakan dari tempe bekatul beras merah yang dihasilkan. Kekompakan tertinggi dari tempe bekatul beras merah diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 80:20 dengan lama fermentasi 48 jam yaitu 3,80. Kekompakan terendah dari tempe bekatul beras merah diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 dengan lama fermentasi 24 jam yaitu 2,32. Semakin banyak bekatul beras merah yang ditambahkan pada pembuatan tempe maka semakin rendah tingkat dari kekompakan tempe yang dihasilkan.

Kesukaan Keseluruhan

Hasil uji anova menunjukkan bahwa kesukaan keseluruhan tempe bekatul beras merah pada perlakuan rasio, lama fermentasi, dan kombinasi perlakuan antara rasio dan lama fermentasi berbeda tidak nyata. Dari tabel 2 menunjukkan penilaian panelis terhadap kesukaan keseluruhan tempe bekatul beras merah tertinggi diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 sebesar 3,35% dengan lama fermentasi 48 jam. Penilaian panelis terhadap kesukaan keseluruhan tempe bekatul beras merah terendah diperoleh dari rasio kedelai dan bekatul beras merah 70:30 sebesar 2,50% dengan lama fermentasi 48 jam. Berdasarkan penilaian 20 panelis, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak bekatul beras merah yang ditambahkan dan semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan maka tingkat kesukaan keseluruhan panelis semakin tinggi.

KESIMPULAN

Perbedaan perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah dengan variasi lama fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan sensori tempe kedelai dengan fortifikasi antioksidan dari bekatul beras merah. Formulasi tempe yang optimal pada aktivitas antioksidan adalah pada rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 dengan lama fermentasi 48 jam yaitu pada aktivitas antioksidan sebesar 72,03%. Hasil terbaik menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan rasio kedelai dan bekatul beras merah 60:40 dengan lama fermentasi 48 jam. Pada perlakuan ini dihasilkan kadar air 51,34%, kadar abu 3,31%, kadar protein 21,62%, aktivitas antioksidan 72,03%, dan kadar serat 23,44%, sedangkan untuk pengujian organoleptik yang meliputi warna 3,66 (merah bata); aroma 3,24 (aroma bekatul beras merah kuat); rasa 3,54 (rasa bekatul beras merah sangat kuat); kekompakan 3,73 (kekompakan tempe sangat kuat); dan kesukaan keseluruhan 3,35 (suka).

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist. (1992). *Official methods of analysis of the association official chemistry*. Washington D. C: Benyamin Franklin.
- Badan Standarisasi Nasional 01-3144. (2009). *Standar Nasional Indonesia Tempe Kedelai*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Baedhowi dan Pranggonowati, S. B. (1982). *Petunjuk praktek pengawasan mutu hasil pertanian I*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

- Goufo, P., & Trindade, H. (2014). Rice antioxidants: Phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienol, γ -oryzanol and phytic acid. *Food Science and Nutrition*, 2(20): 75-104.
- Juliano, B. O. (1985). *Rice: Chemistry and technology* (2th ed). Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, St. Paul.
- Kartika, B., D. Hastuti, & W. Supartono. (1998). *Pedoman uji inderawi bahan pangan*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Kasmidjo, R. B. (1990). *Mikrobiologi dan biokimia makanan tradisional serta pemanfaatannya*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Osawa, T., H. Katsuzaki, Y. Hagiwara & T. Shibamoto. (1992). A novel antioxidant isolated from young green barley leaves. *Journal Agriculture Food Chemistry*, (40): 1135-1138
- Prakash, A. (2001). Antioxidant activity. *Heart of Giant Recourse*, 19(2): 1-4
- Reynertson, K. A. (2007). *Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible myrtaceae fruit*. New York: The City University of New York.
- Setyowati, R., Sarbini, D., & Rejeki, S. (2008). Pengaruh penambahan bekatul terhadap kadar serat kasar, sifat organoleptik dan daya terima pada pembuatan tempe kedelai (*Glycine max* (L) meriil). *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 9(1): 52–61.
- Soeksmanto, A., Hapsari, Y., & Simanjuntak, P. (2007). Kandungan antioksidan pada beberapa bagian tanaman mahkota dewa (*Phaleria macrocrpa*). *Biodiversitas*. 8: 92–95.
- Srisaipet, A., & Nuddagul, M. (2014). Influence of temperature on gamma oryzanol of edible rice bran oil during heating. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(4).
- Sudarmadji, S., B. Haryono, & Suhardi. (1989). *Analisa bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sutomo, B. (2008). *Cegah Anemia dengan Tempe*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Tuarita, Z. M., Sadek, F. N., Sukarno., Yuliana, D. N., & Budijanto, S. (2017). *Pengembangan bekatul sebagai pangan fungsional: Peluang, hambatan, tantangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Utari, D. M., Rimbawan., Riyadi, H., Muhilal., & Purwastyastuti. (2010). Pengaruh pengolahan kedelai menjadi tempe dan pemasakan tempe terhadap kadar isoflavon. *Penel Gizi Makan*, 33(2): 148-153.
- Yen, G. O., & Chen, H. Y. (1995). Antioxidant activity of various tea extract in relation to their antimutagenicity. *Jurnal Agricultural Food Chemistry*, 43(1): 27-32.