

PERLAKUAN STABILISASI, FERMENTASI, SERTA APLIKASI BEKATUL PADA PRODUK PANGAN MIE DAN ROTI: KAJIAN PUSTAKA

Meitiara Nanda Herisetianis^{1,*}, Hermawan Seftiono²

^{1,2} Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Bioindustri, Universitas Trilogi, Jl. Duren Tiga Timur, Kalibata, Jakarta Selatan, 12760

*E-mail koresponden: meitierananda15@gmail.com

Diterima: 26 September 2021

Direvisi: 18 Agustus 2022

Disetujui: 9 September 2022

ABSTRAK

Bekatul merupakan hasil samping penggilingan padi. Bekatul memiliki kandungan asam lemak bebas, nutrisi, dan komponen bioaktif yang tinggi. Metode stabilisasi bekatul merupakan cara untuk mengurangi kandungan asam lemak bebas pada bekatul. Nutrisi dan komponen bioaktif pada bekatul dapat ditingkatkan dengan proses fermentasi. Nutrisi pada bekatul juga dapat dikembangkan sebagai pangan fungsional. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh metode terbaik perlakuan stabilisasi, pengaruh perlakuan fermentasi, serta pengaruh penambahan bekatul pada produk mie dan roti. Metode pada penelitian ini dengan melakukan pengumpulan data berdasarkan pengkajian analisis FFA, PV, dan TBA pada stabilisasi bekatul, analisis proksimat, asam ferulat, γ -oryzanol, dan flavonoid pada fermentasi bekatul, analisis proksimat, dan analisis antioksidan pada produk. Perlakuan stabilisasi bekatul dilakukan dengan tiga metode yaitu *Infrared*, *ohmic heating*, dan *microwave*. Metode *microwave* mampu menghambat kandungan FFA (2.04%) dan TBA (0.42%) pada bekatul, metode *Infrared* mampu menghambat nilai PV (2.90%). Sementara perlakuan fermentasi bekatul dilakukan dengan berbagai jenis mikroba seperti kapang, khamir, dan bakteri asam laktat. Fermentasi bekatul dengan kapang *R. oryzae* dapat meningkatkan kadar proksimat, asam ferulat pada bekatul. Aplikasi produk pada bekatul dilakukan pada produk mie dan roti. Produk bekatul dengan penambahan bekatul 45% pada produk roti mampu meningkatkan kadar proksimat (kadar abu 3.98%, kadar lemak 7.18%, dan kadar protein 13.50%), sementara pada analisis antioksidan tertinggi yaitu pada produk mie penambahan bekatul 10% sebesar 66%.

Kata kunci: Asam lemak bebas, *microwave*, *Rhizopus oryzae*, γ -oryzanol, pangan fungsional

ABSTRACT

Bran is a side result of rice milling. Bran has a high content of free fatty acids, nutrients, and bioactive components. Bran stabilization method is a way to reduce the content of free fatty acids in bran. Nutrients and bioactive components in bran can be improved by the fermentation process. Nutrients in bran can also be developed as a functional food. The purpose of this study was to find out the influence of the best methods of stabilization treatment, the influence of fermentation treatment, as well as the influence of the addition of bran on noodle and bread products. The method in this study was to collect data based on FFA, PV, and TBA analysis on bran stabilization, proximal analysis, ferulic acid, γ -oryzanol, and flavonoids in bran fermentation, proximal analysis, and antioxidant analysis in products. Bran stabilization treatment is carried out by three methods, namely Infrared, ohmic heating, and microwave. Microwave method is able to inhibit the content of FFA (2.04%) and TBA (0.42%) in bran, infrared method is able to inhibit PV value (2.90%). While the fermentation treatment of bran is done with various types of microbes such as gur, yeast, and lactic acid bacteria.

Fermentation of bran with the gure R. oryzae can increase the levels of proximal, ferulatic acid in bran. Application of products on bran is done on noodle and bread products. Bran products with the addition of 45% bran in bread products are able to increase proximal levels (ash content 3.98%, fat content 7.18%, and protein levels 13.50%), while in the highest antioxidant analysis is in noodle products the addition of bran 10% by 66%.

Keywords: Free fatty acids, microwave, *Rhizopus oryzae*, γ -oryzanol, functional food

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara penghasil padi terbesar ketiga di dunia setelah China dan India (FAO 2016). Produksi padi di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 54.60 juta ton (BPS 2019). Proses penggilingan padi menjadi beras menghasilkan 70% beras, serta menghasilkan produk samping berupa 20% sekam dan 8-10% bekatul (Chen *et al.* 2012). Hasil samping penggilingan padi berupa bekatul sampai saat ini hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, karena masih banyak masyarakat yang belum mengetahui manfaat bekatul bagi kesehatan (Tuarita *et al.* 2017).

Kandungan lemak yang tinggi pada bekatul menyebabkan ketengikan dan memperpendek umur simpan bekatul. Salah satu cara untuk mencegah ketengikan pada bekatul yaitu dengan stabilisasi bekatul (Kusumawati *et al.* 2013). Stabilisasi merupakan proses inaktivasi enzim lipase dan lipoksigenase pasca penggilingan gabah.

Bekatul memiliki kandungan zat-zat nutrisi dan komponen bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia. Kandungan nutrisi dan komponen bioaktif pada bekatul dapat ditingkatkan salah satunya yaitu dengan proses fermentasi. Fermentasi pada bekatul dapat memperbaiki nilai gizi bekatul, karakteristik sensori dan fungsionalitas (Faizah 2019).

Komponen bioaktif dan kandungan nutrisi pada bekatul yang memiliki manfaat bagi kesehatan sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional (Tuarita *et al.* 2017). Penelitian ini diharapkan dapat menjadikan masyarakat lebih mengetahui pengaruh stabilisasi dan fermentasi pada bekatul serta pemanfaatan bekatul sebagai salah satu bahan pangan fungsional yang dapat dijadikan sebagai produk pangan yang memiliki kandungan nutrisi yang baik bagi tubuh.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan yaitu dengan penelitian kualitatif dan kuantitatif dengan kajian pustaka. Jenis dan sumber data yang digunakan yaitu data sekunder dari jurnal internasional yang terindeks Scopus dan ISSN (*International Standard of Serial Number*).

Berdasarkan seleksi didapatkan 30 jurnal yang terbagi menjadi 6 jurnal stabilisasi bekatul, 20 jurnal fermentasi bekatul, dan 4 jurnal aplikasi bekatul pada produk pangan bekatul (Tabel 1). Pengkajian data dikategorikan menjadi analisis FFA, PV dan TBA pada stabilisasi bekatul, analisis proksimat, asam ferulat, total fenol, γ -oryzanol, dan flavonoid pada fermentasi bekatul, dan analisis proksimat dan analisis antioksidan pada aplikasi produk pangan bekatul.

Tabel 1. Spesifikasi jurnal yang digunakan

Referensi	Tahun	Studi	Senyawa yang dianalisis	Stabilisasi	Fermentasi Mikroba	Aplikasi produk
Dhingra <i>et al.</i>	2012	1	FFA	<i>Ohmic heating</i>	–	–
Loypimay <i>et al.</i>	2009	2	FFA	<i>Ohmic heating</i>	–	–

Tabel 1. Lanjutan spesifikasi jurnal yang digunakan

Referensi	Tahun	Studi	Senyawa yang dianalisis	Stabilisasi	Fermentasi Mikroba	Aplikasi produk
Tuncel & Fatma	2020	3	PV	<i>Infrared</i>	–	–

He <i>et al.</i>	2018	4	PV	<i>Infrared</i>	–	–
Patil <i>et al.</i>	2018	5	TBA	<i>Microwave</i>	–	–
Pongrat & Sirichai	2019	6	TBA	<i>Microwave</i>	–	–
Hedge <i>et al.</i>	2006	7	Asam ferulat	Autoklaf (121 °C)	<i>A. niger</i>	–
Ryan <i>et al.</i>	2011	8	Asam ferulat	Autoklaf (121 °C)	<i>S. boulardi</i>	–
Oliveira <i>et al.</i>	2011	9	Asam ferulat	Autoklaf (121 °C)	<i>R. oryzae</i>	–
			Total fenol			
Kim & Gi dong	2011	10	Asam ferulat	Autoklaf (121 °C)	<i>I. orientalis</i>	–
Zubaidah <i>et al.</i>	2012	11	Total fenol	Autoklaf (121 °C)	<i>L. plantarum</i> <i>L. acidophilus</i>	–
Schmidt & Furlong	2012	12	Total fenol	Autoklaf (121 °C)	<i>R. oryzae</i>	–
Kupski <i>et al.</i>	2012	13	Proksimat	Autoklaf (121 °C)	<i>R. oryzae</i>	–
			Total fenol			
Schmidt <i>et al.</i>	2014	14	Asam ferulat	Autoklaf (121 °C)	<i>R. oryzae</i>	–
Rashid <i>et al.</i>	2015	15	Asam ferulat	Autoklaf (121 °C)	<i>P. acidilactici</i>	–
			Total fenol		<i>L. lactis</i> <i>P. pentoseous</i>	
Razak <i>et al.</i>	2015	16	Asam ferulat	Autoklaf (120 °C)	<i>R. oligosporus</i> <i>M. purpureus</i>	–
Cheng <i>et al.</i>	2016	17	Flavonoid	Autoklaf (121 °C)	<i>M. pilosus</i>	–
Massarolo <i>et al.</i>	2017	18	γ -oryzanol	Autoklaf (121 °C)	<i>R. oryzae</i>	–
Jung <i>et al.</i>	2017	19	Total fenol γ -oryzanol	Autoklaf (121 °C)	<i>L. edodes</i>	–
Shin <i>et al.</i>	2018	20	Total fenol Asam ferulat	Autoklaf (121 °C)	<i>A. awamori</i> <i>A. oryzae</i>	–

Tabel 1. Lanjutan spesifikasi jurnal yang digunakan

Referensi	Tahun	Studi	Senyawa yang dianalisis	Stabilisasi	Fermentasi Mikroba	Aplikasi produk
-----------	-------	-------	-------------------------	-------------	--------------------	-----------------

Le <i>et al.</i>	2019	21	γ -oryzanol	Autoklaf (121 °C)	<i>L. lactic</i>	
Nisa <i>et al.</i>	2018	22	Total Fenol	Autoklaf (121 °C)	<i>L. plantarum</i>	–
					<i>L. lactic</i>	
Noviasari <i>et al.</i>	2019	23	γ -oryzanol	Autoklaf (121 °C)	<i>R. oligosporus</i>	
Faizah <i>et al.</i>	2020	24	Total fenol	Autoklaf (121 °C)	<i>R. oryzae</i>	–
			γ -oryzanol			
Ritthibut <i>et al.</i>	2020	25	Proksimat	Autoklaf (121 °C)	<i>A. brasiliensis</i>	–
			Total fenol		<i>A. awamori</i>	
					<i>A. sojae</i>	
Jamarny & gunathilake	2020	26	Total fenol	Autoklaf (121 °C)	<i>R. oryzae</i>	–
			Flavonoid			
Irakli <i>et al.</i>	2015	27	Proksimat	Oven	<i>S. cerevisiae</i>	Roti
Irakli <i>et al.</i>	2019	28	Proksimat	<i>Infrared</i>	<i>S. cerevisiae</i>	Roti
Kong <i>et al.</i>	2012	29	Proksimat	Autoklaf (121 °C)	–	Mie
			Antioksidan			
Tuncel <i>et al.</i>	2017	30	Proksimat	<i>Infrared</i>	–	Mie
			Antioksidan			

HASIL DAN PEMBAHASAN

Stabilisasi Bekatul. Analisis kandungan FFA. Analisis asam lemak bebas (FFA) pada bekatul merupakan komponen penting pada proses stabilisasi bekatul. Bekatul yang memiliki nilai FFA (*Free fatty acids*) lebih dari 10% tidak layak untuk dikonsumsi sebagai bahan pangan (Ihsan 2011). Perbandingan pola perubahan nilai FFA pada penelitian Dhingra *et al.* (2012) berwarna coklat, penelitian Tuncel & Fatma (2020) berwarna hijau, penelitian Patil *et al.* (2018) berwarna biru menunjukkan pola peningkatan nilai FFA pada bekatul selama 60 hari penyimpanan (Gambar 1).

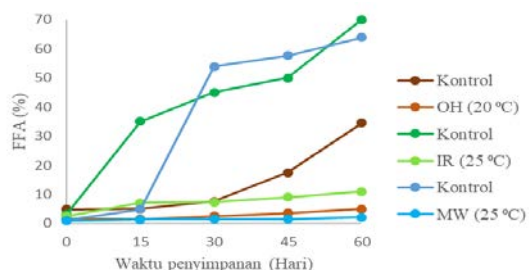
Nilai FFA pada bekatul perlakuan kontrol Tuncel & Fatma (2020) dan penelitian Patil *et al.* (2018) menunjukkan hasil perubahan nilai FFA selama 15 hari penyimpanan telah melewati batas penerimaan (10%) yaitu sebesar 35% dan 42.86%. Sementara perlakuan kontrol pada penelitian Dhingra *et al.* (2012) menunjukkan pola peningkatan telah melewati

batas penerimaan (10%) yaitu selama 45 hari penyimpanan menunjukkan nilai FFA sebesar 17.50%.

Proses stabilisasi pada bekatul yang distabilisasi selama 60 hari penyimpanan menunjukkan perlakuan stabilisasi bekatul dengan metode *microwave* penelitian Patil *et al.* (2018) dapat menghambat nilai asam lemak bebas lebih kecil pada bekatul sebesar 2.04%. Sementara pada penelitian yang dilakukan oleh Dhingra *et al.* dengan metode *Ohmic heating* meningkatkan asam lemak bebas sebesar 5%. Nilai FFA pada penelitian Tuncel & Fatma dengan stabilisasi menggunakan metode *Infrared* melebihi batas penerimaan (10%) selama 60 hari penyimpanan sebesar 11%.

Pola kenaikan asam lemak bebas pada bekatul dipengaruhi oleh lama penyimpanan bekatul, varietas bekatul yang digunakan, dan kadar air pada bekatul. Semakin singkat waktu antara bekatul yang telah diperoleh untuk distabilisasi

maka kemungkinan meningkatnya asam lemak bebas, dan aroma tengik pada bekatul akan meningkat (Budijanto *et al.* 2010).



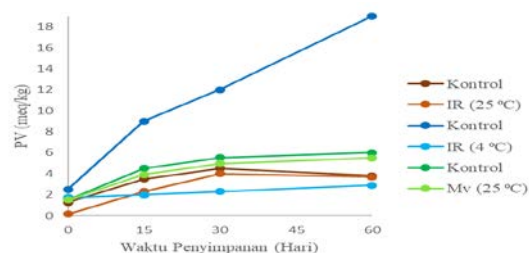
Gambar 1. Pola perubahan nilai FFA pada stabilisasi bekatul

Analisis PV. Analisis bilangan peroksida atau *peroxide value* (PV) merupakan parameter yang banyak digunakan untuk mengukur bilangan peroksida sebagai produk oksidasi primer dari asam lemak tidak jenuh pada tahap propagasi. Meningkatnya nilai PV pada suatu produk selama penyimpanan menandakan jumlah minyak pada produk meningkat.

Perbandingan pola perubahan pada penelitian Tuncel & Fatma (2020) berwarna biru, penelitian He *et al.* (2018) berwarna coklat, dan penelitian Pongrat & Sirichai (2019) berwarna biru menunjukkan pola peningkatan nilai PV pada bekatul selama 60 hari penyimpanan (Gambar 2).

Pola perubahan adanya perlakuan stabilisasi bekatul dengan metode *Infrared* pada penelitian Tuncel & Fatma (2020) dan penelitian He *et al.* (2018), serta metode *microwave* pada penelitian Pongrat & Sirichai (2019) menunjukkan pola peningkatan nilai PV yang lebih lambat. Nilai PV pada bekatul yang distabilisasi dengan *Infrared* pada penelitian He *et al.* (2018) dapat mengurangi nilai pv hingga sebesar 2.90 meq/kg.

Hal ini berkaitan dengan adanya pemanasan pada stabilisasi bekatul yang dapat menghambat aktivitas enzim sehingga mengakibatkan penurunan kadar PV pada bekatul (Patil *et al.* 2020). Pemanasan *infrared* dapat secara efektif memperlambat proses hidrolisis dan reaksi oksidatif bekatul selama penyimpanan (He *et al.* 2020).

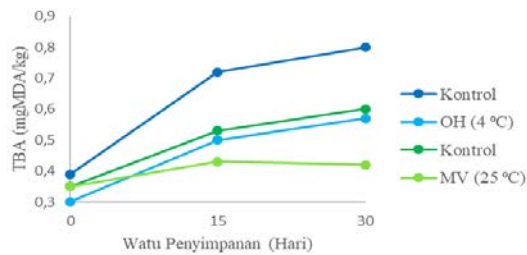


Gambar 2. Pola perubahan nilai PV pada stabilisasi bekatul

Analisis TBA. Analisis *2-Thiobarbituric acid number* (TBA) merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui derajat oksidasi lemak dengan mengukur senyawa malondialdehida (MDA) yang merupakan salah satu produk akhir oksidasi lipid. Malondialdehida merupakan komponen utama penentu nilai TBA. Analisis TBA digunakan untuk menentukan adanya ketengikan pada produk. Nilai TBA yang semakin tinggi menunjukkan produk semakin tengik. Menurut SNI (1991) tentang penentuan angka tiobarbiturat (TBA), produk bahan pangan yang baik mempunyai nilai kualitas TBA < 3 mgMDA/kg.

Penelitian Pongrat & Sirichai (2019) berwarna biru dan penelitian Loypimay *et al.* (2009) berwarna hijau menunjukkan pola perubahan nilai TBA (Gambar 3). Nilai TBA kontrol pada hari ke-30 penelitian Loypimay *et al.* (2009) dan kontrol penelitian Pongrat & Sirichai (2019) tidak melewati batas penerimaan (3 mgMDA/kg) yaitu sebesar 0.10 mgMDA/kg dan 0.69 mgMDA/kg. Nilai TBA bekatul yang distabilisasi selama penyimpanan 30 hari pada penelitian Pongrat & Sirichai (2019) dengan menggunakan metode *microwave* dapat mengurangi nilai TBA sebesar 0.42 mgMDA/kg dan tidak melebihi batas penerimaan (3 mgMDA/kg).

Perlakuan stabilisasi pada bekatul dengan menggunakan *microwave* dapat mengurangi oksidasi lemak pada bekatul. Menurut Poongrat & Sirichai (2019) stabilisasi pada bekatul dengan *microwave* mampu menonaktifkan sebagian besar enzim lipoksigenase dan kadar air pada bekatul hingga 11 sampai 21%.



Gambar 3. Pola perubahan nilai TBA pada stabilisasi bekatul

Analisis fermentasi bekatul. Analisis Proksimat. Analisis proksimat merupakan metode analisis kimia yang digunakan untuk mengetahui komposisi makronutrien seperti protein, karbohidrat, lemak, serat, kadar air, dan kadar abu pada sampel bahan atau produk pangan.

Peningkatan kadar abu pada bekatul setelah difermentasi disebabkan oleh penambahan abu yang terdapat pada kapang *Rhizopus oryzae*. Kapang memiliki kandungan abu yang berbeda-beda antara 1-29% tergantung spesies dan kondisi pertumbuhan kapang (Griffin 1993). Hal ini dapat dilihat pada proses fermentasi bekatul meningkatkan kadar abu pada kedua studi. Kadar abu tertinggi diperoleh pada penelitian Kupski *et al.* (2012) yaitu sebesar 14.70% (Tabel 3).

Kadar protein pada kedua studi mengalami peningkatan setelah difermentasi selama 72 jam. Peningkatan kadar protein tertinggi yaitu pada penelitian Faizah *et al.* (2020) yang mengalami peningkatan sebesar 22.30%. Metabolisme *Rhizopus oryzae* menghasilkan senyawa ekstraseluler seperti enzim yang mengakibatkan jumlah protein pada substrat meningkat. Proses fermentasi selama 72 jam pada bekatul dapat meningkatkan kadar protein sekitar 8.30% bk (Oliveira *et al.* 2010).

Proses fermentasi dapat menurunkan kadar lemak pada bekatul kedua penelitian. Sebelum fermentasi kadar lemak tertinggi yaitu pada penelitian Faizah *et al.* (2020) sebesar 22.20% (Tabel 2) mengalami penurunan setelah di fermentasi sebesar 21.03% (Tabel 3). Penurunan kadar lemak disebabkan oleh adanya aktivitas kapang dalam menggunakan lemak sebagai sumber energi untuk sintesis miselium (Kupski *et al.* 2012). Nutrisi dalam substrat digunakan oleh kapang untuk

memproduksi dinding sel dan lemak digunakan kapang untuk sintesis kitin (Griffin 1993, Oliveira *et al.* 2010).

Tabel 2. Hasil Analisis Proksimat Sebelum Fermentasi Bekatul

Referensi	Studi	Mikroba	Sebelum fermentasi (Kontrol)		
			Kadar abu	Lemak	Protein
Kupski <i>et al.</i>	13	<i>R. oryzae</i>	9.40	15.20	14.80
Faizah <i>et al.</i>	24	<i>R. oryzae</i>	9.04	22.20	17.10

Tabel 3. Lanjutan Hasil Analisis Proksimat Setelah Fermentasi Bekatul

Referensi	Studi	Mikroba	Fermentasi selama 72 jam		
			Kadar Abu	Lemak	Protein
Kupski <i>et al.</i>	13	<i>R. oryzae</i>	14.70	10.90	21.60
Faizah <i>et al.</i>	24	<i>R. oryzae</i>	12.50	21.03	22.30

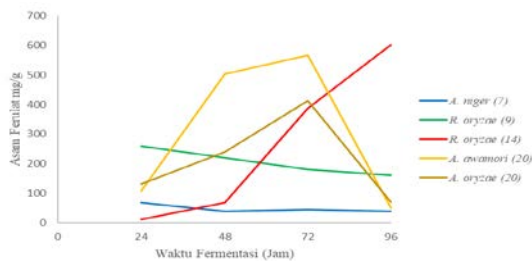
Analisis kadar asam ferulat. Asam ferulat merupakan turunan dari asam hidroksinamat. Penelitian yang dilakukan oleh Hedge *et al.* (2006), Oliveira *et al.* (2011), Schmidt *et al.* (2014), dan Shin *et al.* (2018) menunjukkan pola perubahan kandungan asam ferulat pada bekatul yang telah difermentasi selama 96 jam (Gambar 4).

Penelitian Oliveira *et al.* (2011) berwarna hijau menunjukkan pola penurunan asam ferulat selama proses fermentasi bekatul selama 96 jam fermentasi yaitu 160 mg/g, sementara pada penelitian Schmidt *et al.* (2014) berwarna merah menunjukkan pola peningkatan kandungan asam ferulat pada fermentasi bekatul selama 96 jam fermentasi yaitu 602.60 mg/g. Hal ini dikarenakan pengaruh peningkatan dan penurunan asam ferulat selama fermentasi tergantung pada jenis substrat, mikroba yang digunakan dan kondisi perlakuan selama fermentasi (Martins *et al.* 2011, Schmidt & Furlong 2012).

Penelitian Shin *et al.* (2018) pada jenis kapang *Aspergillus awamori* (berwarna kuning) dan *Aspergillus oryzae* (berwarna coklat) menunjukkan pola peningkatan kandungan asam ferulat pada bekatul meningkat pada proses fermentasi selama 72 jam yaitu sebesar 566.60 mg/g dan 412.80 mg/g, sementara mengalami penurunan pada proses fermentasi

selama 96 jam yaitu 38.20 mg/g dan 44 mg/g. Penurunan dan peningkatan kapang disebabkan oleh kemampuan kapang dalam mendegradasi lignoselulosa pada sistem enzim sangat efektif (Oliveira *et al.* 2012).

Perlakuan fermentasi pada penelitian Hedge *et al.* (2006) berwarna biru dengan menggunakan mikroba jenis kapang *Aspergillus niger* dan penelitian Oliveira *et al.* (2011) berwarna hijau menggunakan kapang *Rhizopus oryzae* menunjukkan pola penurunan kandungan asam lemak ferulat pada bekatul yang telah difermentasi selama 96 jam. Penurunan kandungan asam ferulat pada proses fermentasi karena adanya proses degradasi kapang *Aspergillus niger* terhadap komponen polisakarida selama 96 hari penyimpanan sehingga menurunkan kandungan asam ferulat (Hedge *et al.* 2006).

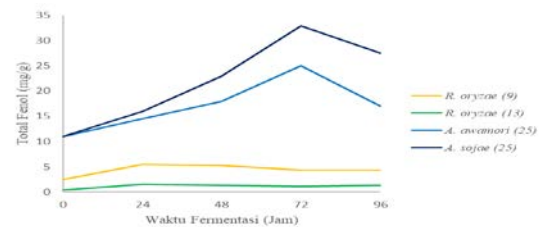


Gambar 4. Pola peningkatan analisis asam ferulat

Analisis kadar total fenol. Senyawa fenolik merupakan suatu komponen yang memiliki satu gugus fenol (Craft *et al.* 2012). Pola peningkatan kadar senyawa total fenol pada bekatul dengan jenis mikroba yang sama yaitu *Rhizopus oryzae* selama fermentasi pada penelitian Oliveira *et al.* (2011) (berwarna kuning) dan pada penelitian Kupski *et al.* (2012) (berwarna hijau) menunjukkan pola peningkatan selama fermentasi 24 jam (Gambar 5).

Pola peningkatan tersebut dikarenakan menurut Razak *et al.* (2015) menyatakan bahwa kapang mampu untuk memproduksi enzim yang berperan dalam proses hidrolitik enzimatis, yaitu enzim β -glukosidase. Enzim β -glukosidase berperan sebagai katalis dalam proses hidrolisis ikatan glikosida pada gugus alkil dan aril β -D-glukosida.

Penelitian yang dilakukan oleh Rhitthibut *et al.* (2020) menunjukkan peningkatan pada kadar total fenol pada kapang jenis *Aspergillus awamori* (berwarna biru) dan *Aspergillus sojae* (berwarna biru tua) menunjukkan pola peningkatan kadar total fenol yang sama yaitu pada lama fermentasi jam ke-72 jam, sementara pada *Aspergillus brisiliensis* mengalami peningkatan pada fermentasi selama 24 jam dan 96 jam.



Gambar 5. Pola peningkatan analisis total fenol

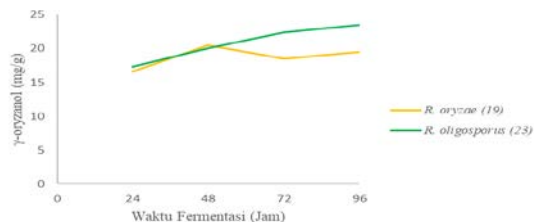
Analisis Kadar γ -oryzanol. γ -oryzanol merupakan campuran ester asam ferulat dan alkohol *triterpene*. γ -oryzanol menjadi salah satu komponen penting pada bekatul. Hal ini dikarenakan γ -oryzanol dapat mencegah terjadinya reaksi oksidasi terhadap radikal bebas dibandingkan vitamin E (Hadipernata 2007).

Pola peningkatan kadar fenolik pada kapang *Rhizopus oryzae* (berwarna kuning) dan *Rhizopus oligosporus* (berwarna hijau) menunjukkan pola peningkatan dengan waktu fermentasi yang berbeda (Gambar 6).

Penelitian Noviasari *et al.* (2019) perlakuan fermentasi dengan menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus* (berwarna hijau) menunjukkan peningkatan kadar γ -oryzanol tertinggi pada waktu fermentasi selama 96 jam menghasilkan kadar γ -oryzanol sebesar 23.48 mg/g. Sementara pada penelitian Shin *et al.* (2018) perlakuan fermentasi bekatul dengan kapang *Rhizopus oryzae* (berwarna kuning) menunjukkan peningkatan kadar γ -oryzanol tertinggi yaitu pada waktu fermentasi selama 48 jam menghasilkan kadar γ -oryzanol sebesar 20.52 mg/g.

Peningkatan γ -oryzanol akan terjadi pada bekatul beras yang difermentasi oleh kapang

Rhizopus oryzae selama periode kultivasi. Beberapa komponen utama γ -oryzanol yang mengalami peningkatan, diantaranya 2.4-metilen sikloartenil ferulat, sikloartenil ferulat, dan β -sitosterol ferulat. Khususnya 2.4-metilen sikloartenil ferulat telah dilaporkan dapat mereduksi risiko kanker dan kolesterol, dan bersamaan dengan sikloartenil ferulat juga berperan sebagai komponen antioksidan (Massarolo *et al.* 2017).



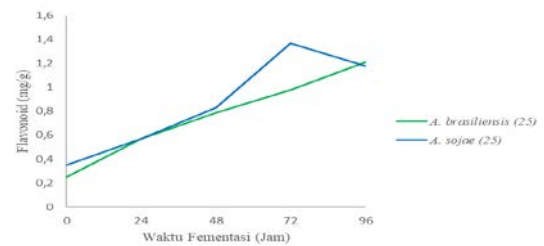
Gambar 6. Pola peningkatan analisis γ -oryzanol

Analisis Kadar Flavonoid. Analisis flavonoid merupakan salah satu golongan senyawa fenol alam yang terbesar dalam tanaman yang tersusun atas 15 atom karbon sebagai inti dasarnya yang tersusun dari dua cincin benzene (C6) yang terikat pada suatu rantai propane (C3).

Pola peningkatan kadar flavonoid dilakukan pada penelitian Rhitthibut *et al.* (2020) dengan menggunakan tiga jenis kapang yaitu *Aspergillus brasiliensis* (berwarna hijau), *Aspergillus awamori* (berwarna kuning) dan *Aspergillus sojae* (berwarna biru) (Gambar 7).

Pola peningkatan flavonoid tertinggi yaitu pada kapang *Aspergillus sojae* (berwarna biru) meningkat pada perlakuan fermentasi selama 72 jam yaitu sekitar 1.37 mg/g. Sementara pada kapang *Aspergillus brasiliensis* (berwarna hijau) kadar flavonoid meningkat selama 96 jam fermentasi sebesar 1.21 mg/g.

Peningkatan kadar flavonoid pada bekatul yang difermentasi dengan *Aspergillus awamori* (berwarna kuning) meningkat pada perlakuan selama 48 jam fermentasi sebesar 0.81 mg/g. Meningkatnya kadar flavonoid pada bekatul fermentasi dikarenakan adanya proses metabolisme pada kapang yang mengikat senyawa flavonoid sehingga flavonoid meningkat (Rhitthibut *et al.* 2020).



Gambar 7. Pola peningkatan analisis flavonoid

Analisis pada aplikasi produk bekatul. Analisis Proksimat. Analisis proksimat merupakan analisis yang menjadi parameter untuk mengetahui komposisi makronutrien seperti karbohidrat, lemak, protein, serat, kadar abu, dan kadar air. Analisis proksimat dilakukan pada aplikasi produk bertujuan untuk mengetahui komposisi makronutrien pada kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein pada aplikasi produk dengan penambahan bekatul.

Produk yang dianalisis proksimatnya terdapat dua produk yaitu produk mie dan roti. Analisis kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein diperoleh pada aplikasi produk roti dengan penambahan bekatul sebanyak 45% meningkatkan kadar abu sebanyak 3.98%, sementara pada kadar lemak sebanyak 7.18% dan kadar protein sebanyak 14.50% (Tabel 3).

Peningkatan kadar protein pada bekatul dikarenakan protein sekitar 15 % dalam butir beras banyak ditemukan pada bekatul. Sehingga bekatul memiliki potensi sebagai bahan pangan fungsional (Fabian & Ju 2011). Kandungan protein pada bekatul dapat mengikat kandungan protein pada roti bekatul. Semakin banyak bekatul yang ditambahkan pada produk pangan, maka kandungan proteinnya semakin meningkat.

Kadar lemak pada bekatul meningkat pada produk pangan hal ini dikarenakan bekatul mengandung banyak lemak seperti asam lemak esensial sterol, tokoferol, dan lainnya sehingga dapat meningkatkan asam lemak pada produk dengan penambahan bekatul (Gut *et al.* 2015). Selain itu meningkatnya kandungan abu pada bekatul yang diaplikasikan pada produk pangan dikarenakan adanya kandungan mineral yang tinggi pada bekatul seperti

kandungan magnesium dan potassium (Gut *et al.* 2015, Jang & Seo 2017).

Tabel 4. Hasil analisis proksimat pada aplikasi

Referensi	Studi	Aplikasi produk	Perlakuan	Parameter analisis proksimat (%)		
				Kadar abu	Kadar lemak	Kadar protein
Jamarny & Gunathilake	27	Mie	Kontrol	1.21	0.36	10.94
			Bekatul (15 %)	2.18	2.46	11.88
Irakli <i>et al.</i>	28	Mie	Kontrol	1.45	7.29	19.14
			Bekatul (10 %)	1.66	8.30	19.39
Irakli <i>et al.</i>	29	Roti	Kontrol	1.55	2.50	11.86
			Bekatul (30%)	3.96	6.17	13.07
Tuncel <i>et al.</i>	30	Roti	Kontrol	1.60	2.59	12.05
			Bekatul (45 %)	3.98	7.18	13.50

produk bekatul

Analisis kandungan antioksidan pada produk bekatul. Analisis antioksidan merupakan analisis yang digunakan untuk mengukur peningkatan antioksidan. Metode yang digunakan pada analisis ini menggunakan analisis DPPH. Antioksidan memiliki banyak manfaat dalam tubuh, adanya antioksidan dapat mencegah adanya radikal bebas (Irakli *et al.* 2016).

Hasil penelitian menunjukkan penambahan bekatul dengan konsentrasi 10% pada produk mie dapat meningkatkan kandungan antioksidan sekitar 35.60 mg TE/g (Tabel 5). Bekatul banyak kandungan antioksidan diantaranya seperti oryzanol dan flavonoid, sehingga semakin banyak penambahan bekatul pada produk pangan, kandungan antioksidan akan meningkat (Manois *et al.* 2020).

Tingginya kandungan antioksidan produk yang ditambahkan dengan bekatul, sehingga bekatul dalam dijakikan sebagai salah satu bahan pangan fungsional yang memiliki manfaat bagi tubuh (Gut *et al.* 2015).

Tabel 5. Hasil analisis kandungan antioksidan pada produk bekatul

Referensi	Studi	Aplikasi produk	Perlakuan	Analisis Antioksidan DPPH (mg TE/g)
Jamarny & Gunathilake	27	Mie	Kontrol	35.60
			Bekatul (5 %)	53.10
Irakli <i>et al.</i>	28	Mie	Kontrol	33.31
			Bekatul (10 %)	66.00

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis metode stabilisasi bekatul, metode *microwave* dan *Infrared* merupakan metode yang efektif terhadap proses stabilisasi pada bekatul. Perlakuan stabilisasi dengan metode *microwave* pada bekatul efektif dapat menghambat terjadinya kandungan asam lemak bebas, oksidasi lipid, inaktivase enzim lipase dan lipoksigenase terhadap nilai FFA dan TBA. Sementara metode *Infrared* secara signifikan dapat mengurangi nilai TBA.

Pelakuan fermentasi pada bekatul dengan berbagai jenis kapang, khamir dan bakteri asam laktat efektif meningkatkan kandungan fitokimia pada bekatul. Jenis mikroba yang paling efektif meningkatkan kandungan fitokimia yaitu jenis kapang *Rhizopus oryzae* dapat meningkatkan kadar proksimat dan ferulat pada bekatul.

Aplikasi bekatul pada produk pangan dapat meningkatkan kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein pada bekatul, serta antioksidan pada produk bekatul. Peningkatan tertinggi aplikasi produk yaitu pada produk roti dengan penambahan bekatul 45% pada analisis proksimat meningkatkan kadar abu sebesar 3.98%, kadar lemak sebesar 7.18%, dan kadar protein sebesar 13.50%, sementara pada analisis antioksidan tertinggi yaitu pada penambahan bekatul 10% sebesar 66%.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2019. Luas panen dan produksi padi di Indonesia. <http://www.bps.go.id>. [04 April 2020].
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1991. SNI 01-2352-1991. Penentuan Angka Thiobarbiturat. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Rice in the world. <http://www.fao.org> [05 April 2020]
- Budijanto S, Sitanggang AB, Wiaranti H, Koesbiantoro B. 2012. Pengembangan teknologi sereal sarapan bekatul dengan menggunakan Twin screw extruder. *Jurnal Pascapanen*. 9(2): 63–69.
- Chen MH, Choi SH, Kozukue N, Kim HJ, Friedman M. 2012. Growth-inhibitory effects of pigmented rice bran extracts and three red bran fractions against

- human cancer cells: relationships with composition and antioxidative activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60: 9151–9161.
- Craft BD, Kerrihard AL, Amarowicz R, Pegg RB. 2012. Antioxidant and in vitro methods used for their assessment. *Comprehensive Reviews in Food Society*. 12.
- Dhingra D, Chopra S, Rai DR. 2012. Stabilization of raw rice bran using ohmic heating. *Agric Res*. 1(4): 392–398.
- Faizah, Kusnandar F, Nurjanah S. 2020. Senyawa fenolik, oryzanol, dan aktivitas antioksidan bekatul yang difermentasi dengan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 31(1): 86–94.
- Faizah, Kusnandar F, Nurjanah S. 2020. Senyawa fenolik, oryzanol, dan aktivitas antioksidan bekatul yang difermentasi dengan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 31(1): 86–94.
- Faizah. 2019. Potensi bekatul fermentasi sebagai pangan fungsional [thesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Griffin DH. 1993. Fungal physiology. 2nd ed.
- Gul K, Yousuf B, Singh AK, Singh P, Wani AA. 2015. Rice bran: nutritional values and its emerging potential for development of functional food: a review. *Pr Phyt Dietary Fibre*. 6: 24–30.
- Hadipernata, Mulyana. 2007. Mengolah dedak menjadi minyak (Rice bran oil). *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 29(4): 8–10.
- He R, Yujiao W, Yucheng Z, Zhigao W. 2018. Storage characteristics of infrared eadiation stabilized rice bran and its shelf-life evaluation by prediction modeling. *Journal Sci Food Agric*. 1–10.
- Hegde S, Kavitha S, Varadaraj MC, Muralikrishna G. 2006. Degradation of cereal bran polysaccharidephenolic acid complexes by *Aspergillus niger* CFR 1105. *Journal of Food Chemistry*. 96: 14–19.
- Ihsan S. 2011. Inaktivasi lipase pada bekatul dengan teknik ekstruksi ulir ganda [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Irakli M, Kleisiaris F, Mygdalia A, Katsantonis D. 2018. Stabilization of rice bran and its effect on bioactive compounds content, antioxidant activity and storage stability during infrared radiation heating. *Journal of Cereal Science*. 80: 135–142.
- Kupski L, Cipolatti E, Rocha MD, Oliveira MD, Soares LDAS, Furlong EB. 2012. Solid-state fermentation for the enrichment and extraction of proteins and antioxidant compounds in rice bran by *Rhizopus oryzae*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 55(6): 937–942.
- Kusumayanti H. Mahendra RT, Hanindito SB. 2016. Pangan fungsional dari tanaman lokal Indonesia. *Metana*. 12(1): 26–30.
- Loypimay L. Ying D, Chaitep S, Vittayapadung S. 2009. Biodiesel production from crude rice bran oil and properties as fuel. *Applied Energy*. 681–688.
- Loypimay L. Ying D, Chaitep S, Vittayapadung S. 2009. Biodiesel production from crude rice bran oil and properties as fuel. *Applied Energy*. 681–688.
- Martins S, Mussatto SI, Martinez-Avila G, Montanez-Saenz J, Aguilar CN, Teixeira JA. 2011. Bioactive phenolic compounds: Production and extraction by solid-state fermentation. *Biotechnology Advances*. 29: 365–373.
- Massarolo KC, Souza TD, Collazzo CC, Furlong EB. 2017. The impact of *Rhizopus oryzae* cultivation on rice bran: gamma-oryzanol recovery and its antioxidant properties. *Food Chem*. 228: 43–49.
- Noviasari S, Feri K, Agus S, Faleh SB, Slamet B. 2019. Profile of phenolic compound of black rice bran fermented and anti α -amylase activity of black rice bran fermented with *Rhizopus Oligosporus*. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 42(2): 489–501.
- Oliveira MS, Fedden V, Kupski L, Cipolatti EP, Furlong EB, Soares LS. 2010. Physico-chemical characterization of fermented rice bran biomass. *CyTA-J Food*. 8: 229–236.
- Patil SS, Kar A, Debabandi MD. 2016. Stabilization of rice bran using

- microwave: proses optimization and storage studies. *Food Bioprod Proses.* 99:204-2011.
- Pongrat P, Sirichai S. 2019. Stabilization of rice bran using a continuous microwave oven. *Agriculture and Natural Resources.* 53: 373–377.
- Pongrat p. Sirichai S. 2019. Stabilization of rice bran using a continuous microwave oven. *Agriculture and Natural Resources.* 53: 373–377.
- Pongrat p. Sirichai S. 2019. Stabilization of rice bran using a continuous microwave oven. *Agriculture and Natural Resources.* 53: 373–377.
- Razak DLA, Rashid NYAR, Jamaluddin A, Sharifudin SA, Long K. 2015. Enhancement of phenolic acid content and antioxidant activity of rice bran fermented with *Rhizopus oligosporus* and *Monascus purpureus*. *Journal Biocatal Agriculture Biotechnol.* 4: 33–38.
- Ritthibut N, Su-jin oh, Seun TL. 2020. Enhancement of bioactivity of rice bran by solid-state fermentation with *Aspergillus starains*. *LWT- Food Science and Technology.* 135: 110–273.
- Schmidt CG, Furlong EB. 2012. Effect of particle size and ammonium sulfate concentration on rice bran fermentation with the fungus *Rhizopus oryzae*. *Journal Bioresource Technology.* 123: 36–41.
- Schmidt CG, Goncalves LM, Prietto L, Hackbart HS, Furlong EB. 2014. Antioxidant activity and enzyme inhibition of phenolic acids from fermented rice bran with fungus *Rizhopus oryzae*. *Journal Food Chem.* 124: 132–140.
- Schmidt CG, Goncalves LM, Prietto L, Hackbart HS, Furlong EB. 2014. Antioxidant activity and enzyme inhibition of phenolic acids from fermented rice bran with fungus *Rizhopus oryzae*. *Journal Food Chem.* 124: 132–140.
- Shin HY, Kim SM, Lee JH, Lim ST. 2019. Solid-state fermentation of black rice bran with *Aspergillus awamori* and *Aspergillus oryzae*: Effects on phenolic acid composition and antioxidant activity of bran extracts. *Food Chemistry.* 272: 235–241.
- Tuarita MZ, Sadek NF, Sukarno, Yuliana ND, Budijanto S. 2017. Pengembangan bekatul sebagai pangan fungsional: peluang, hambatan, dan tantangan. *Jurnal Agricultural.* 3(2): 55–61.
- Tuncel NY, Fatma YK. 2020. Comparison of lipid degradation in raw and infrared stabilized rice bran and rice bran oil: matrix effect. *Journal of Measurement and Characterization.*