

## Peningkatan Kecepatan Proses dan Mutu Minyak Bekatul melalui Proses Ekstraksi Berbantuan Ultrasonik

Mohamad Djaeni, Yuniar Luthfia Listyadevi\*

Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

### Abstrak

Minyak bekatul adalah salah satu minyak yang telah banyak digunakan dalam industri kimia, farmasi dan makanan mengingat kandungan esensial tinggi seperti antioksidan, vitamin yang baik untuk tubuh. Ekstraksi minyak bekatul berbantuan ultrasonik merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi waktu ekstraksi. Tujuan dari penelitian ini ialah mengkaji pengaruh metode ekstraksi terhadap perpindahan massa minyak bekatul, kualitas antioksidan, dan kualitas minyak bekatul selama proses ekstraksi pada suhu, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut yang tepat. Perpindahan massa minyak bekatul dievaluasi berdasarkan pengaruh berbagai suhu, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut untuk memprediksi waktu yang tepat untuk mendapatkan minyak bekatul yang banyak. Kualitas kimia (kandungan antioksidan  $\alpha$ -tokoferol) serta kualitas fisik (warna minyak) minyak bekatul dikaji sehingga mampu memprediksi suhu, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut yang relatif baik. Hasil penelitian menunjukkan yield meningkat seiring dengan bertambahnya suhu dan waktu ekstraksi. Meski demikian nilai antioksidan  $\alpha$ -tokoferol akan menurun seiring bertambahnya suhu, waktu ekstraksi dan pelarut. Kondisi operasi yang direkomendasikan untuk mendapatkan yield dan nilai antioksidan yang cukup tinggi adalah pada suhu 40°C, rasio bahan/pelarut 1:5 dan waktu ekstraksi 51 menit.

**Kata kunci:** minyak bekatul; ekstraksi; ultrasonik; perpindahan massa;  $\alpha$ -tokoferol

### Abstract

**[Title: Enhancing The Rate of Process and The Quality of Rice Bran Oil Through The Ultrasonic-Assisted Extraction]** Rice bran oil is one of the oils that has been widely used in the chemical, pharmaceutical and food industries considering the high essential content such as antioxidants, vitamins that are good for the body. Extraction of ultrasonic assisted bran oil is one of many method used to reduce extraction time. The purpose of this study was to examine the effect of extraction methods on mass transfer of bran oil, antioxidant quality, and the quality of bran oil during the extraction process at the temperature, extraction time, and the right solvent ratio. Mass transfer of bran oil was evaluated based on the effect of various temperatures, extraction times, and solvent ratios to predict the right time to get a lot of bran oil. Chemical quality (antioxidant content of  $\alpha$ -tocopherol) and physical quality (oil color) of bran oil were studied so that they were able to predict temperature, extraction time, and relatively good solvent ratio. The results showed that yield increased with increasing temperature and extraction time. However the antioxidant value of  $\alpha$ -tocopherol will decrease with increasing temperature, extraction time and solvent. The recommended operating conditions for obtaining yields and antioxidant values at 40°C, material to solvent ratio 1: 5 and extraction time for 51 minutes.

**Keywords:** rice bran oil; extraction; ultrasound; mass transfer;  $\alpha$ -tocopherol

---

\*) Penulis Korespondensi.  
E-mail: yuniarluthfia15@gmail.com

### 1. Pendahuluan

Padi (*Oryza sativa*) merupakan tanaman serelia yang menjadi makanan pokok sebagian besar penduduk di Indonesia. Dibutuhkan proses penggilingan padi agar didapatkan beras yang digunakan untuk sumber pangan.

Dari proses penggilingan padi dihasilkan beras 70%, sekam 20%, dedak dan bekatul 8% dan kotoran 2% (Srikaeo, 2014).

Bekatul memiliki kandungan minyak 12-22%, protein 11-17%, serat 6-14%, kelembaban 10-15%, abu 8-17%, mineral, vitamin dan komponen fenolik. Vitamin didalam bekatul antara lain, vitamin E, thiamin, niacin, dan mineral antara lain aluminium, kalsium, klorin, besi, magnesium, mangan, fosfor, potassium, sodium dan zinc (Pourali et al., 2010; Srikaeo, 2014) Sifat hipolipemik dan sifat hipokolesterolemik yang dapat menurunkan kadar trigliserida dan kolesterol dalam tubuh juga dimiliki oleh bekatul. Didalam minyak bekatul juga terdapat senyawa antioksidan yaitu  $\gamma$ -oryzanol, tokoferol dan tokotrienol yang bermanfaat untuk pengobatan berbagai penyakit seperti penyakit jantung, kanker payudara, kanker pankreas, kanker ovarium, osteonekrosis, hemodialisa kronis, kelainan mitokondria, aterosklerosis, diabetes melitus (Patel and McGurk, 2017; Uchihara et al., 2018).

Minyak bekatul didapatkan dengan ekstraksi menggunakan pelarut yang sesuai dengan food grade seperti heksan, atau ekstraksi menggunakan pemanasan ohmik, atau ekstraksi menggunakan cairan superkritis. Kandungan antioksidan di dalam minyak bekatul bervariasi tergantung dari metode ekstraksi, jenis pelarut, suhu, rasio bekatul dengan pelarut (Wanyo et al., 2014). Metode ekstraksi dilakukan untuk mendapatkan kandungan antioksidan di dalam minyak bekatul telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu (Khoei and Chekin, 2016; Kumar et al., 2016). Efisiensi dari proses ekstraksi berbantuan ultrasonik dipengaruhi oleh ukuran partikel, suhu, waktu ekstraksi, jenis pelarut, dan pengadukan (Panja, 2017).

### Metode ekstraksi

Proses ekstraksi dilakukan mengacu pada metode yang telah dilakukan oleh Li *et al.* (2015) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 90 gram bekatul diletakkan di dalam wadah yang berisi pelarut n-heksan dengan perbandingan berat : volume sebesar 1:5, 1:10, 1:15. Proses ekstraksi dilakukan selama 15, 30, 45, 60 menit pada suhu 40, 50, 60°C. Setelah proses ekstraksi, ekstrak dengan pelarutnya dipisahkan dengan alat *rotary evaporator* yang sebelumnya telah disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan minyak bekatul. Minyak bekatul disimpan didalam kulkas dengan suhu 5°C untuk menghilangkan *wax* (lilin).

### Kadar minyak bekatul

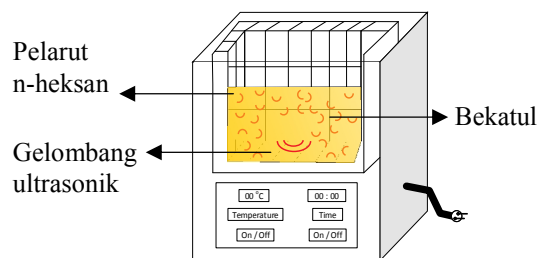
Kadar minyak bekatul yang dihasilkan (*yield*) mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Mathiarasi dan Partha (2016). Kadar minyak bekatul disajikan dalam bentuk prosentase seperti pada persamaan (1).

Penelitian ini akan mengkaji pengaruh metode ekstraksi terhadap perpindahan massa minyak bekatul, kualitas antioksidan, dan kualitas minyak bekatul selama proses ekstraksi pada suhu, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut yang tepat. Perpindahan massa minyak bekatul dikaji berdasarkan pengaruh berbagai suhu, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut untuk memprediksi waktu yang tepat untuk mendapatkan minyak bekatul yang banyak. Kualitas kimia (kandungan antioksidan  $\alpha$ -tokoferol) serta kualitas fisik (warna minyak) minyak bekatul dikaji sehingga mampu memprediksi suhu, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut yang relatif baik.

## 1. Bahan dan Metode

### Bahan

Bekatul digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian ini didapatkan dari tempat penggilingan padi di Semarang, Indonesia. Bekatul disortir menggunakan ayakan berukuran 30 *mesh* (700  $\mu$ m) kemudian disimpan pada suhu 5°C didalam plastik. N-Heksan (Sigma-Aldrich, 95%) digunakan sebagai pelarut. *Ultrasonic Bath Cleaner SS-6820C* digunakan sebagai alat ekstraksi terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat *Ultrasonic Bath Cleaner SS-6820C*

$$\text{yield} = \frac{\text{berat minyak yang terekstrak (gr)}}{\text{total bekatul yang digunakan (gr)}} \times 100\% \quad (1)$$

### Analisa proses perpindahan massa pada ekstraksi minyak bekatul

Proses perpindahan massa minyak bekatul di analisa mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Lopes de Menezes *et al.* (2018) dengan sedikit perubahan. Proses perpindahan massa minyak bekatul dari bekatul menuju pelarut menggunakan rumus (2). Dimana C adalah konsentrasi minyak (mg/L), t adalah waktu (menit), k adalah koefisien transfer massa ( $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ) dan  $C_{\text{maks}}$  adalah konsenstrasi minyak pada waktu 2 jam (mg/L).

$$\frac{dC}{dt} = -k(C_{\text{maks}} - C) \quad (2)$$

### Analisa antioksidan minyak bekatul

Uji antioksidan dalam minyak bekatul ( $\alpha$ -tocopherol) dilakukan menggunakan *Ultra Performance Liquid Chromatography* (UPLC) oleh Chen *et al.* (2011)

dengan sedikit perubahan. Alat UPLC *H-Class System* (Acquity) yang dilengkapi dengan pendeteksi TUV, kolom pemanas dan rak pelarut. Sampel sebanyak 10 ml ditambahkan 0,2% asam asetat dan dilarutkan ke 7 konsentrasi untuk kurva kalibrasi. Volume sampel yang diinjeksikan sebanyak 20 µL. Fasa mobil berupa campuran pelarut 99,8% dan asam asetat 0,2%

**Analisa warna minyak bekatul**

Uji warna dalam minyak bekatul diamati dengan alat Chroma Meter (CR-300, Minolta Co., Ltd, Osaka, Japan). Pengamatan menghasilkan nilai L (kecerahan), a (kemerahan – kehijauan), dan b (kekuningan – kebiruan). Perbedaan warna ditentukan dengan persamaan dibawah sesuai dengan penelitian sebelumnya yang telah digunakan oleh Pandey dan Shrivastava (2018). Nilai L, a, b yang didapatkan kemudian dihitung nilai perbedaan warna total (ΔE). Abreviasi r dan s pada nilai L, a, b dimaksudkan untuk referensi dan sampel.

$$\Delta E^2 = (L_r - L_s)^2 + (a_r - a_s)^2 + (b_r - b_s)^2 \quad (3)$$

**2. Hasil dan Pembahasan**

**Analisa proses perpindahan massa pada ekstraksi minyak bekatul**

Perhitungan model matematis perpindahan massa dilakukan untuk mengetahui perilaku proses ekstraksi yang kompleks sehingga dapat memprediksi berapa lama waktu yang dibutuhkan guna mendapatkan banyak minyak bekatul yang diinginkan. Data minyak bekatul yang telah didapatkan pada berbagai suhu, rasio bahan/pelarut, dan waktu selama proses ekstraksi digunakan untuk menentukan konstanta perpindahan massa (k). Nilai k ditentukan dengan membuat kurva konsentrasi minyak bekatul vs waktu ekstraksi. Penelitian ini menggunakan *Microsoft Excel* untuk menganalisis model matematis perpindahan massa yang paling tepat ditentukan berdasarkan nilai R<sup>2</sup> tertinggi, nilai RSME (*Root Mean Square Error*) terendah (Setford et al., 2018). Hasil analisis model matematis perpindahan massa dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil analisis model matematis perpindahan massa pada berbagai suhu dan rasio bahan/pelarut

Suhu (°C)	Rasio (gr/ml)	k (menit <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	RSME
40	1:5	0.0160697	0.9641	0.08911
	1:10	0.0159010	0.9430	0.09703
	1:15	0.0156448	0.9153	0.12697
50	1:5	0.0161464	0.9765	0.08787
	1:10	0.0159271	0.9498	0.09307
	1:15	0.0158889	0.9289	0.12685
60	1:5	0.0161947	0.9842	0.08080
	1:10	0.0160058	0.9580	0.09216
	1:15	0.0159346	0.9412	0.11292

Estimasi waktu ekstraksi minyak bekatul pada berbagai suhu dan rasio tertentu di analisis menggunakan model persamaan matematis perpindahan massa. Model tersebut digunakan untuk memprediksi waktu ekstraksi yang menghasilkan minyak bekatul yang diinginkan. Pada Tabel 2. disajikan hasil analisis estimasi waktu ekstraksi untuk mendapatkan hasil minyak bekatul sebanyak 90% pada berbagai suhu dan rasio.

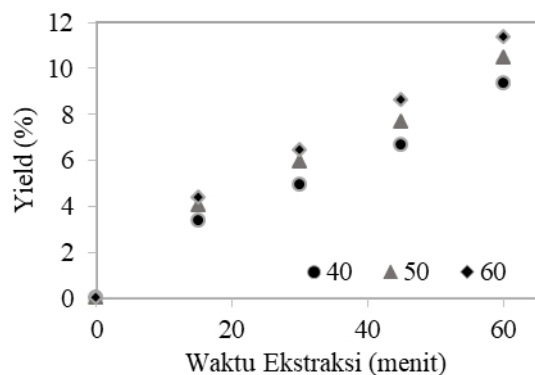
Tabel 2. menunjukkan bahwa berbagai suhu dan rasio ekstraksi mempengaruhi kecepatan ekstraksi minyak bekatul. Semakin tinggi suhu dan rasio ekstraksi yang digunakan akan mempercepat waktu ekstraksi. Hal ini juga didukung oleh peningkatan konstanta perpindahan massa (k) seiring peningkatan suhu dan rasio pada Tabel 1. Konstanta perpindahan massa (k) dapat digunakan sebagai salah satu tolok ukur kecepatan ekstraksi. Semakin besar konstanta perpindahan massa (k) akan meningkatkan kecepatan ekstraksi atau dengan kata lain semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mengekstraksi bahan tersebut (Sánchez et al., 2016; Toda et al., 2016)

**Tabel 2.** Waktu ekstraksi bekatul hingga tercapai hasil minyak bekatul sebanyak 90% pada berbagai suhu dan rasio.

Suhu (°C)	Rasio (g/ml)	Waktu Ekstraksi
40	1:5	8 jam 54 menit
	1:10	9 jam 00 menit
	1:15	9 jam 08 menit
50	1:5	8 jam 52 menit
	1:10	8 jam 59 menit
	1:15	9 jam 00 menit
60	1:5	8 jam 50 menit
	1:10	8 jam 56 menit
	1:15	8 jam 58 menit

**Pengaruh suhu, rasio bahan/pelarut, dan waktu ekstraksi berbantuan ultrasonik terhadap hasil minyak bekatul**

Ekstraksi berbantuan ultrasonik merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan komponen bioaktif dengan tingkat volatilitas rendah dari tanaman. Gelombang ultrasonik memiliki keunggulan untuk membuat fenomena kavitasi akustik (Chemat et al., 2017). Proses ekstraksi minyak bekatul dilakukan pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C dengan rasio 1:5 selama 60 menit. Gambar 2 menunjukkan *yield* minyak bekatul akan meningkat seiring dengan naiknya waktu ekstraksi dan suhu sistem ekstraksi namun *yield* menurun seiring dengan bertambahnya pelarut yang digunakan.



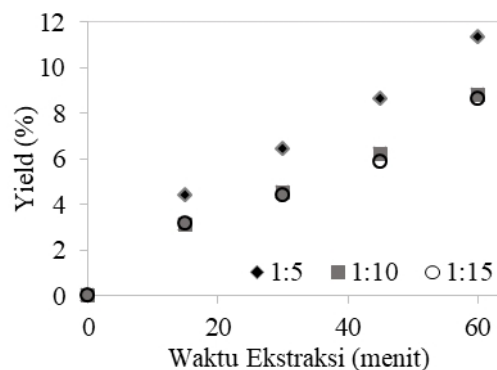
**Gambar 2.** Hasil minyak bekatul (*yield*) pada berbagai suhu, waktu ekstraksi dan rasio bahan/pelarut 1:5

*Yield* minyak bekatul tertinggi didapatkan pada kondisi operasi suhu 60°C, rasio bahan/pelarut 1:5 waktu ekstraksi 60 menit yaitu 11.34% ditunjukkan oleh Gambar 2 dan 3. Hal ini sesuai dengan penelitian Capellini *et al.* (2017) yang menjelaskan bahwa proses ekstraksi material bahan pangan akan berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Peningkatan suhu mempengaruhi proses sekresi minyak dari bekatul, viskositas, tegangan permukaan dan solubilitas dari pelarut. Selain itu solubilitas pelarut dan difusivitas minyak meningkat dengan seirangnya peningkatan suhu.

Viskositas dan tegangan permukaan dari pelarut akan menurun seiring dengan bertambahnya suhu yang menyebabkan pelarut cepat menguap kemudian menghasilkan gelembung dan menjadi gelembung kavitasi (Chemat *et al.*, 2017). Semakin besar gelembung kavitasi yang terbentuk akan mendekati permukaan dinding sel bahan pangan kemudian pecah. Saat gelembung pecah, akan menghasilkan microjet yang memiliki tekanan dan suhu tinggi sehingga merusak permukaan matriks bahan pangan dan ada kontak langsung antara senyawa aktif di dalam sel dengan pelarut (Panja, 2017). Selain itu, energi kinetik dari molekul pelarut dan kemampuan pelarut untuk melarutkan minyak bekatul juga meningkat kemudian hasil minyak bekatul juga lebih banyak (Hussain, Shafeeq, & Anjum, 2018).

Gambar 3 menunjukkan penurunan *yield* minyak bekatul pada berbagai rasio bahan/pelarut. Hal ini berkebalikan dengan penelitian milik Wijanarko dan Putri (2012) yang menjelaskan bahwa semakin banyak pelarut yang ditambahkan maka luas permukaan kontak antara molekul-molekul bahan terlarut dan pelarut semakin besar, sehingga molekul-molekul bahan terlarut lebih mudah larut dalam pelarut yang digunakan dan *yield* yang dihasilkan akan semakin banyak. Fenomena penurunan *yield* minyak bekatul ini disebabkan oleh tingginya suspensi kental yang terbentuk dan mempertahankan campuran untuk menjadi homogen.

Hal ini terjadi karena pelarut yang ditambahkan dengan rasio diatas 1:10, material bahan pangan akan menyerap semua pelarut yang ada sehingga meningkatkan volume namun menghasilkan *yield* yang rendah (Mnayer *et al.*, 2017).



**Gambar 3.** Hasil minyak bekatul (*yield*) pada berbagai rasio bahan/pelarut, waktu ekstraksi dan suhu 60°C

### Pengaruh suhu, rasio bahan/pelarut, dan waktu ekstraksi berbantuan ultrasonik terhadap hasil antioksidan ( $\alpha$ -tokoferol) minyak bekatul

Antioksidan didalam minyak bekatul yang diujikan dalam penelitian ini ialah  $\alpha$ -tokoferol. Pengujian kandungan  $\alpha$ -tokoferol didalam minyak bekatul menggunakan alat *Ultra Performance Liquid Chromatography* dengan variabel suhu dari proses ekstraksi, yaitu 40°C, 50°C, dan 60°C dan rasio antara bekatul dan pelarut n-heksan 1:5, 1:10, 1:15 (gr/ml) selama 60 menit. Hasil analisa  $\alpha$ -tokoferol dapat dilihat pada Tabel 3.

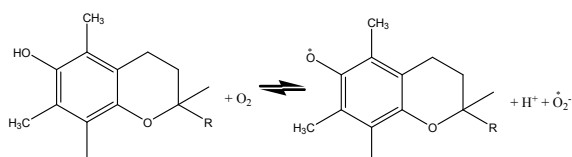
$\alpha$ -Tokoferol merupakan antioksidan yang memiliki ukuran molekul kecil, bekerja secara non-enzimatis dan larut dalam minyak. Ukuran molekul dan aktivitas dengan enzim suatu antioksidan menentukan cara kerja dari antioksidan tersebut.  $\alpha$ -Tokoferol yang memiliki ukuran molekul kecil dan aktivitas non-enzimatis. Cara kerja  $\alpha$ -tokoferol ialah menginterupsi terjadinya reaksi rantai radikal bebas dengan mencari dan mengikat radikal bebas tersebut membentuk radikal *peroxyl* (Nimse & Pal, 2015).

Tabel 3 menunjukkan kandungan  $\alpha$ -tokoferol menurun seiring dengan bertambahnya suhu, rasio dan waktu ekstraksi. Kandungan  $\alpha$ -tokoferol tertinggi mencapai 33.86 ppm pada suhu 40°C, rasio 1:5 dan waktu 15 menit. Sedangkan kandungan  $\alpha$ -tokoferol terendah sebesar 16.45 ppm didapatkan pada suhu 60°C, rasio 1:15 dan waktu 60 menit. Fenomena degradasi kandungan  $\alpha$ -tokoferol dalam minyak bekatul ini sesuai dengan penelitian milik Sabliov *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa peningkatan suhu akan menurunkan

kandungan  $\alpha$ -tokoferol disebabkan oleh terjadinya proses oksidasi.

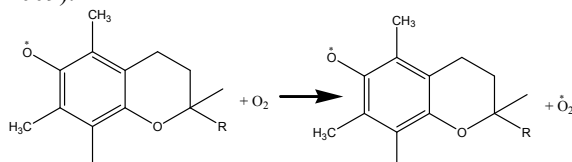
**Tabel 3.**  $\alpha$ -Tokoferol (ppm) minyak bekatul pada berbagai suhu, rasio bahan/pelarut dan waktu ekstraksi

Suhu (°C)	Rasio (gr/ml)	Waktu (menit)			
		$\alpha$ -Tokoferol (ppm)			
40	1:5	33.86	32.16	31.43	30.65
	1:10	28.26	26.32	25.65	24.93
	1:15	23.37	21.16	20.53	19.74
50	1:5	32.36	30.45	29.66	28.88
	1:10	26.46	24.18	23.43	22.72
	1:15	21.48	19.06	18.34	17.68
60	1:5	30.86	28.85	28.11	27.37
	1:10	25.16	22.91	22.17	21.52
	1:15	20.21	17.78	17.04	16.45



**Gambar 4.** Degradasi  $\alpha$ -tokoferol dalam proses oksidasi lipid (Sabliov et al., 2009)

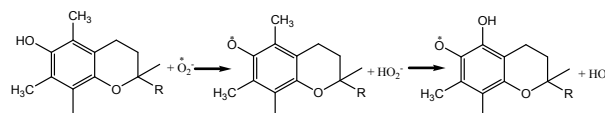
Oksidasi lipid dikenal dengan rantai proses yang dibantu dengan radikal bebas. Degradasi  $\alpha$ -tokoferol dalam proses oksidasi lipid yang lambat ditunjukkan pada Gambar 4  $\alpha$ -Tokoferol berikatan dengan oksigen akan membentuk ion negatif  $\alpha$ -tokoferol ditambah dengan radikal tocopheroxyl dan radikal superoksida. Reaksi ini dapat terjadi secara reversible atau bolak-balik. Saat radikal tocopheroxyl terbentuk, ion negatif  $\alpha$ -tokoferol distabilkan oleh elektron tak berpasangan yang terdelokalisasi. Elektron tidak berpasangan ini menggantikan cincin kromanol  $\alpha$ -tokoferol sepenuhnya sehingga menjadi relatif tidak reaktif yang mencegah terjadinya penyebaran reaksi berantai (Sabliov et al., 2009).



**Gambar 5.** Reaksi pembentukan radikal superoksida (Sabliov et al., 2009)

Oksigen terbentuk saat proses ekstraksi dan didapatkan dari pelarut n-heksan yang mengalami proses oksidasi akibat adanya pemanasan. Gambar 5 menunjukkan reaksi pembentukan radikal superoksida. Ion negatif  $\alpha$ -tokoferol apabila berikatan dengan oksigen kembali akan membentuk ion positif  $\alpha$ -tokoferol dengan radikal superoksida (Sabliov et al., 2009). Radikal

superoksida yang terbentuk dari kedua reaksi diatas akan berikatan dengan  $\alpha$ -tokoferol yang ada di dalam minyak bekatul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Pembentukan radikal  $HO_2$  (Sabliov et al., 2009)

Berdasarkan Gambar 6  $\alpha$ -Tokoferol yang berikatan dengan radikal superoksida akan membentuk ion negatif  $\alpha$ -tokoferol dan radikal  $HO_2$ . Radikal  $HO_2$  menunjukkan lebih reaktif mendegradasi  $\alpha$ -tokoferol dibandingkan dengan radikal superoksida (Sabliov et al., 2009). Terbukti dari Gambar 4 sampai 6 bahwa semakin banyak oksigen yang terlarut, maka semakin banyak  $\alpha$ -tokoferol yang akan terdegradasi terlihat berdasarkan hasil eksperimen.

**Pengaruh suhu dan rasio bahan/pelarut terhadap warna minyak bekatul**

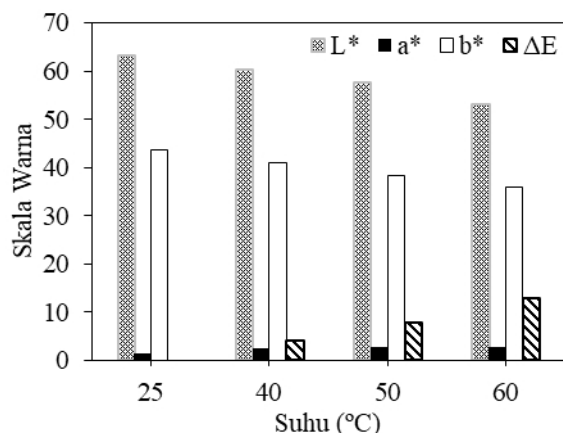
Warna merupakan salah satu parameter yang penting dalam minyak bekatul. Warna minyak bekatul mempengaruhi daya tarik dan tingkat penerimaan konsumen (Pandey and Shrivastava, 2018). Penelitian ini melakukan investigasi terhadap perubahan warna minyak bekatul selama proses ekstraksi dengan berbagai suhu, rasio pada waktu 60 menit. Pengukuran warna dilakukan dengan Minolta Chromameter R-400 Colour meter (Minolta Co., Osaka, Japan) pada minyak bekatul yang telah terekstraksi pada berbagai suhu dan rasio pada waktu 60 menit.

Gambar 7 dan 8 menunjukkan perubahan nilai  $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$  pada warna minyak bekatul berbagai suhu pada rasio 1:5 dan berbagai rasio pada suhu 60°C. Semakin tinggi suhu dan rasio, nilai  $\Delta E$  yang didapatkan akan semakin tinggi dibandingkan dengan warna minyak bekatul referensi pada suhu 25°C dan rasio 1:2 gr/ml. Warna minyak bekatul hasil eksperimen yang mendekati hasil referensi ialah warna minyak bekatul pada variabel suhu 40°C dan rasio 1:5 ditunjukkan dengan nilai  $\Delta E$  yang paling kecil.

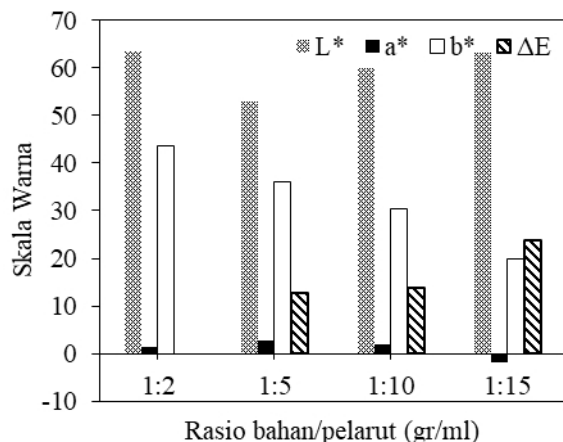
Minyak bekatul berwarna antara hijau gelap dan kuning terang bergantung dari tipe bekatul. Faktor yang mempengaruhi warna dalam minyak bekatul ialah pigmen dan adanya reaksi Maillard. Pigmen utama yang memberikan warna dalam minyak bekatul ialah  $\beta$ -carotene dan klorofil. Reaksi Maillard memberikan warna kecoklatan dalam minyak bekatul. Penurunan nilai  $L^*$  dan  $b^*$  pada Gambar 7 menunjukkan warna minyak bekatul berwarna tidak terlalu cerah dan kuning. Hal ini disebabkan oleh adanya Reaksi Maillard pada minyak bekatul dengan seiring naiknya suhu (Hoed et



al., 2010). Sementara pada Gambar 8 menunjukkan nilai  $L^*$  meningkat dan nilai  $b^*$  menurun. Kecerahan yang meningkat dan warna kuning yang menurun seiring bertambahnya perbandingan rasio bekatul dengan pelarut disebabkan oleh peningkatan kadar air. Kadar air yang meningkat menunjukkan adanya proses difusi pelarut yang cepat dengan volume pelarut yang lebih tinggi untuk memisahkan minyak dari bekatul (Morrison, Chester, Samuels, & Ledoux, 2016).



Gambar 7. Perubahan warna minyak bekatul pada berbagai suhu, rasio bahan/pelarut 1:5 dan waktu ekstraksi 60 menit



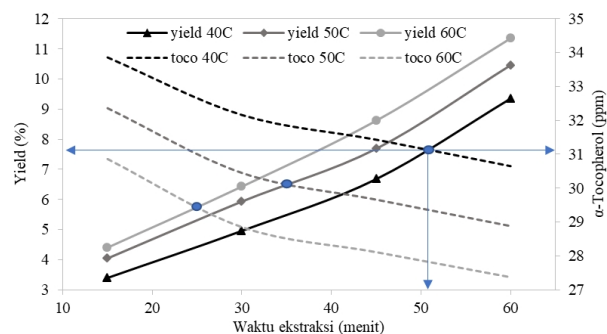
Gambar 8. Perubahan warna minyak bekatul pada berbagai rasio bahan/pelarut, suhu 60°C dan waktu ekstraksi 60 menit

**Kondisi operasional yang direkomendasikan**

Suhu, waktu ekstraksi dan rasio pelarut/bahan adalah faktor-faktor yang mempengaruhi yield dan nilai  $\alpha$ -tokoferol dari minyak bekatul. Pembahasan sebelumnya menunjukkan *yield* dan nilai  $\alpha$ -tokoferol dari minyak bekatul terbanyak pada rasio pelarut/bahan 1:5 namun pada suhu dan waktu ekstraksi yang berbeda. Untuk mengetahui suhu dan waktu ekstraksi yang

optimum agar mendapatkan *yield* dan nilai  $\alpha$ -tokoferol yang banyak, dibuat garis perpotongan antara *yield* dan nilai tokoferol tiap suhu pada rasio pelarut/bahan 1:5 terlihat pada Gambar 9.

Gambar 9 menunjukkan adanya 3 titik perpotongan, yaitu titik A, titik B, dan titik C. Titik A menggambarkan perpotongan antara garis *yield* dan nilai tokoferol pada suhu 60°C. Titik B menggambarkan perpotongan antara garis *yield* dan nilai tokoferol pada suhu 50°C. Titik C menggambarkan perpotongan antara garis *yield* dan nilai tokoferol pada suhu 40°C. Perpotongan pada titik C menunjukkan *yield* dan nilai tokoferol yang paling tinggi dibandingkan kedua titik yang lain. Pada titik C *yield*, nilai tokoferol dan waktu ekstraksi diperoleh sebanyak 7.63 %, 31.13 ppm dan 51 menit. Sehingga kondisi operasional sistem ekstraksi minyak bekatul berbantuan ultrasonik yang direkomendasikan berdasarkan hasil analisis secara keseluruhan pada penelitian ini adalah pada suhu 40°C, rasio pelarut/bahan 1:5, dan waktu ekstraksi selama 51 menit.



Gambar 9. Garis perpotongan *yield* dan nilai tokoferol minyak bekatul pada berbagai suhu, waktu ekstraksi dan rasio pelarut/bahan 1:5.

**4. Kesimpulan**

Penelitian ini mengkaji proses ekstraksi berbantuan ultrasonik minyak bekatul menggunakan pelarut n-heksan. Hasil penelitian menunjukkan *yield* meningkat seiring dengan bertambahnya suhu, waktu ekstraksi namun *yield* menurun dengan bertambahnya pelarut yang digunakan. Nilai antioksidan  $\alpha$ -tokoferol akan menurun seiring bertambahnya suhu, waktu ekstraksi dan pelarut. Kondisi operasi yang direkomendasikan untuk mendapatkan *yield* dan nilai  $\alpha$ -tokoferol yang cukup tinggi adalah pada suhu 40°C, rasio bahan/pelarut 1:5 dan waktu ekstraksi 51 menit.

**Daftar Pustaka**

Bafor, E. E., Ebidame, V. O., Elvis-Offiah, U. B., Omoruyi, O., Eze, G. I., Igbinuwen, O., & Braimoh, K. P. (2017). A role of alpha-tocopherol

- and phyloquinone in the modulation of uterine contractility and reproductive function in mouse models. *Medicina (Lithuania)*, 53(3), 190–202. <https://doi.org/10.1016/j.medic.2017.05.002>
- Capellini, M. C., Giacomini, V., Cuevas, M. S., & Rodrigues, C. E. C. (2017). Rice bran oil extraction using alcoholic solvents: Physicochemical characterization of oil and protein fraction functionality. *Industrial Crops and Products*, 104(March), 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.017>
- Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540–560. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>
- Chen, C. H., Yang, Y. H., Shen, C. T., Lai, S. M., Chang, C. M. J., & Shieh, C. J. (2011). Recovery of vitamins B from supercritical carbon dioxide-defatted rice bran powder using ultrasound water extraction. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42(1), 124–128. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2010.04.011>
- Hoed, V. Van, Vila, J., & Marta, A. (2010). Optimization of Physical Refining to Produce Rice Bran Oil with Light Color and High Oryzanol Content. *J Am Oil Chem Soc*, 87, 1227–1234. <https://doi.org/10.1007/s11746-010-1606-x>
- Hussain, S., Shafeeq, A., & Anjum, U. (2018). Solid liquid extraction of rice bran oil using binary mixture of ethyl acetate and dichloromethane. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 83(7–8), 911–921. <https://doi.org/10.2298/JSC170704023H>
- Khoei, M., & Chekin, F. (2016). The ultrasound-assisted aqueous extraction of rice bran oil. *Food Chemistry*, 194(March), 503–507. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.068>
- Kumar, P., Yadav, D., Kumar, P., Panesar, P. S., Bunkar, D. S., Mishra, D., & Chopra, H. K. (2016). Comparative study on conventional, ultrasonication and microwave assisted extraction of  $\gamma$ -oryzanol from rice bran.pdf. In *Journal of Food Sci Technol*.
- Li, H. Z., Zhang, Z. J., Hou, T. Y., Li, X. J., & Chen, T. (2015). Optimization of ultrasound-assisted hexane extraction of perilla oil using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*, 76, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.021>
- Lopes de Menezes, M., Johann, G., Diório, A., Pereira, N. C., & da Silva, E. A. (2018). Phenomenological determination of mass transfer parameters of oil extraction from grape biomass waste. *Journal of Cleaner Production*, 176, 130–139. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.128>
- Mathiarasi, R., & Partha, N. (2016). Optimization, kinetics and thermodynamic studies on oil extraction from Daturametel Linn oil seed for biodiesel production. *Renewable Energy*, 96, 583–590. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.04.078>
- Mnayer, D., Fabiano-tixier, A., Petitcolas, E., & Ruiz, K. (2017). Extraction of green absolute from thyme using ultrasound and sunflower oil. *Resource-Efficient Technologies*, 3(1), 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.reffit.2017.01.007>
- Morrison, D. M., Chester, L., Samuels, C. A. N., & Ledoux, D. R. (2016). The Determination of Aflatoxins in Paddy and Milled Fractions of Rice in Guyana : Preliminary Results, 10(11), 721–725.
- Nimse, S. B., & Pal, D. (2015). *RSC Advances*. <https://doi.org/10.1039/C4RA13315C>
- Pandey, R., & Shrivastava, S. L. (2018). Comparative evaluation of rice bran oil obtained with two-step microwave assisted extraction and conventional solvent extraction. *Journal of Food Engineering*, 218, 106–114. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.09.009>
- Panja, P. (2017). Green extraction methods of food polyphenols from vegetable materials. *Current Opinion in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.11.012>
- Patel, V., & McGurk, M. (2017). Use of pentoxifylline and tocopherol in radiation-induced fibrosis and fibroatrophy. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 55(3), 235–241. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.11.323>
- Pourali, O., Asghari, F. S., & Yoshida, H. (2010). Production of phenolic compounds from rice bran biomass under subcritical water conditions. *Chemical Engineering Journal*, 160(1), 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2010.02.057>
- Sabliov, C. M., Fronczek, C., Astete, C. E., Khachatryan, M., Kachatryan, L., & Leonardi, C. (2009). Effects of Temperature and UV Light on Degradation of a -Tocopherol in Free and Dissolved Form. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86, 895–902. <https://doi.org/10.1007/s11746-009-1411-6>
- Sánchez, R. J., Mateo, C. M., Fernández, M. B., & Nolasco, S. M. (2016). Bidimensional modeling applied to oil extraction kinetics of microwave-pretreated canola seeds. *Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.07.019>
- Setford, P. C., Jeffery, D. W., Grbin, P. R., & Muhlack, R. A. (2018). Mathematical modelling of anthocyanin mass transfer to predict extraction in simulated red wine fermentation scenarios. *Food*

- Research International.*  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.044>
- Srikaeo, K. (2014). *Organic Rice Bran Oils in Health. Wheat and Rice in Disease Prevention and Health.* Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-401716-0.00035-0>
- Toda, T. A., Sawada, M. M., & Rodrigues, C. E. C. (2016). Kinetics of soybean oil extraction using ethanol as solvent: Experimental data and modeling. *Food and Bioprocess Processing*, 98, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.12.003>
- Uchihara, Y., Kidokoro, T., Tago, K., Mashino, T., Tamura, H., & Funakoshi-Tago, M. (2018). A major component of vitamin E,  $\alpha$ -tocopherol inhibits the anti-tumor activity of crizotinib against cells transformed by EML4-ALK. *European Journal of Pharmacology*, 825(November 2017), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2018.02.012>
- Wanyo, P., Meeso, N., & Siriamornpun, S. (2014). Effects of different treatments on the antioxidant properties and phenolic compounds of rice bran and rice husk. *Food Chemistry*, 157, 457–463. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.061>
- Wijanarko, B., & Putri, L. D. (2012). EKSTRAKSI LIPID DARI MIKROALGA (NANOCHLOROPSIS sp.) DENGAN SOLVEN METHANOL DAN CHLOROFORM. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 1(1), 130–138.