

**FRAKSI KAYA TOKOFEROL DARI BEKATUL BERAS
(*Oryza sativa*) DENGAN TEKNIK KRISTALISASI PELARUT SUHU
RENDAH**

*High-Tocopherol Fraction from Rice Bran (*Oryza sativa*) Prepared by
Low-Temperature Solvent Crystallization Technique*

Miradiah Cahyanine, Teti Estiasih*, Fithri Choirun Nisa
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas
Brawijaya

Jl. Veteran – Malang

*Penulis korespondensi: email teties@yahoo.co.id

ABSTRACT

Rice bran is by product form rice milling. Rice bran has good nutrition value, such as rich of vitamin E. Indonesia has a very great amount of rice bran but has not been explored yet. The aim of this research was to know how influence of temperature and crystallization duration to tocopherol rich fraction characteristic, and to determine the effective temperature and duration of crystallization in tocopherol purification from rice bran, through solvent crystallization technique in low temperature. This research was conducted by Randomized Block Design with 2 factors. First factor was crystallization temperature (0 and 10°C) and second factors was duration of crystallization (24, 30 and 36 hours). Each treatment was repeated 3 times. The result was analyzed using analysis of variance and continued by LSD and DMRT.

Tocopherol content increased from rice bran oil, unsaponifiable matters, and high tocopherol fraction. Temperature of crystallization significantly affected antioxidant activity, free fatty acid content, and peroxide value. Time of crystallization affected tocopherol concentration, antioxidant activity, and peroxide value. The best treatment was obtained from temperature of crystallization of 0°C and crystallization time of 24 hours. The characteristics of this fraction was tocopherol concentration of 17.84%, antioxidant activity of 38.42%, free fatty acid content of 2.28%, peroxide value of 6.45 meq/kg, and color value of 100.

Keywords: tocopherol, rice bran, crystallization, solvent, unsaponifiable fraction

PENDAHULUAN

Beras merupakan komoditi yang sangat penting di Indonesia. Beras dikonsumsi oleh lebih dari 40% penduduk Indonesia (Damardjati, 1997). Konsumsi beras per kapita meningkat tajam dari 110 kg pada tahun 1968 dan menjadi 146 kg pada tahun 1983. Beberapa hal yang memacu peningkatan kebutuhan beras, yaitu peningkatan konsumsi per kapita, peningkatan populasi, dan perbaikan ekonomi yang mendorong bergesernya pola makan dari non beras ke beras.

Dalam proses penggilingan padi menjadi beras giling diperoleh hasil

samping berupa (1) sekam (15-20%), yaitu bagian pembungkus/kulit luar, (2) dedak/bekatul (8-12%), yang merupakan kulit ari, dihasilkan dari proses penyosohan, dan (3) menir (3%), merupakan bagian beras yang hancur.

Apabila produksi gabah giling nasional 54,3 juta ton/tahun pada tahun 2006, maka akan diperoleh sekam 8,15-10,86 juta ton, dedak/bekatul 4,34-6,52 juta ton, dan menir 1,63 juta ton (Bappenas, 2007). Potensi produksi di Jawa Timur dari produksi gabah pada tahun 2006 sebesar 10.837.376 ton/tahun, maka akan diperoleh sekam

1,63–2,17 juta ton/tahun, bekatul 0,87–1,3 juta ton/tahun, dan menir 0,33 juta ton/tahun (d_infokom–Jatim, 2007).

Bekatul dapat diambil minyaknya untuk digunakan untuk keperluan pada produk pangan. Fraksi tidak tersabunkan dari minyak bekatul mengandung 3000 mg/kg γ -oryzanol dan 300 mg/kg vitamin E. Senyawa tersebut juga berpotensi sebagai antioksidan alami dan sebagai bioaktif untuk mencegah berbagai penyakit kronis (Xu *et al.*, 2001).

Mengingat potensi yang besar baik dari jumlah maupun manfaatnya, maka bekatul patut dikembangkan sebagai sumber vitamin E alami. Pemisahan (ekstraksi) vitamin E dari fraksi tidak tersabunkan perlu dikaji agar diperoleh cara yang tepat dan efisien.

Berbagai metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan tokoferol adalah teknik ekstraksi pelarut dan kristalisasi, ekstraksi cairan superkritis, reaksi enzimatis dan destilasi molekuler (Dumont dan Suresh, 2007). Teknik ekstraksi pelarut dan kristalisasi memiliki keuntungan yaitu dapat memisahkan tokoferol dari fraksi tidak tersabunkan lainnya berdasarkan titik leleh tokoferol dan tidak menyebabkan oksidasi tokoferol.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh dari suhu dan lama kristalisasi terhadap karakteristik fraksi kaya tokoferol serta menentukan suhu dan lama kristalisasi yang efektif dalam pemurnian tokoferol dari bekatul beras, melalui teknik kristalisasi pelarut suhu rendah.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Metode

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul beras. Bahan kimia yang digunakan untuk proses kristalisasi pelarut suhu rendah meliputi heksana (teknis), etanol, KOH 50%, Na_2SO_4 dan akuades.

Bahan yang digunakan untuk analisis adalah alkohol absolut, H_2SO_4 , akuades, dietil eter, asam sulfat anhidrat, gas

nitrogen, HNO_3 pekat, asam asetat, kloroform, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N, metanol, larutan DPPH 0,2 mM, heksana, KOH 50%, ethanol, NaOH, asam oksalat, dan indikator fenoltalein. Bahan pembantu analisis adalah kertas saring Whatman No.1 dan aluminium foil.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah suhu kristalisasi yang terdiri dari dua level (0 dan 10°C) dan faktor kedua adalah lama waktu kristalisasi yang terdiri dari tiga level (24, 30 dan 36 jam) dengan tiga kali ulangan

Analisis data yang digunakan adalah *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila terjadi interaksi antara dua perlakuan dilakukan uji pembandingan DMRT dengan $\alpha=5\%$. Jika tidak terjadi interaksi, maka digunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf kepercayaan $\alpha=0,05$. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode Indeks Efektifitas (De Garmo *et al.*, 1984).

Penelitian dibagi menjadi 3 tahap, yaitu sebagai berikut:

a. Ekstraksi Minyak Bekatul

Bekatul dipanaskan dalam autoklaf selama 3 menit pada suhu 121°C untuk inaktivasi enzim lipase. Lalu didinginkan sampai suhu 25°C–30°C dan diayak 60 mesh. Sebanyak 60 g bekatul halus dicampur dengan heksana sebanyak 180 ml. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, lalu diaduk menggunakan spatula sampai larutan berwarna kuning. Erlenmeyer tersebut dimasukkan ke dalam *shaker water bath* dengan suhu 60°C selama 2 jam. Kemudian dilakukan penyaringan vakum. Minyak yang diperoleh masih tercampur dengan heksana dipekatkan dengan *rotary evaporator* vakum suhu

50° selama ±10-15 menit. Minyak kemudian disemprot dengan gas nitrogen untuk menghilangkan sisa heksan.

b. Penyabunan

Minyak hasil ekstraksi dari bekatul dilakukan proses penyabunan. Sebanyak 5 gram minyak bekatul ditambah etanol 96% sebanyak 44,15 ml, 2,5 ml KOH 50% dan asam askorbat 0,25 gram. Campuran tersebut dipanaskan dalam penangas air pada suhu 65°C selama 32 menit. Lalu erlenmeyer didinginkan dengan air mengalir, selanjutnya dipindahkan kedalam labu pemisah. Kemudian dilakukan penambahan 75 ml heksana dan 100 ml akuades, dikocok lambat kemudian didiamkan sampai terbentuk dua lapisan (air dibagian bawah dan heksana dibagian atas). Lapisan bagian bawah yang merupakan campuran air dan lemak yang membentuk sabun dikeluarkan, sisa bagian atas merupakan heksana yang tertinggal tercuci dari fraksi tersabunkan disaring dengan menggunakan NaSO4. Fraksi tidak tersabunkan dalam heksana disimpan dalam wadah gelap, dianalisis kadar tokoferolnya (setelah heksana diuapkan), dan dilakukan kristalisasi.

c. Kristalisasi

Tiap 1000 ml fraksi tersabunkan dalam heksana dimasukan ke dalam wadah gelap. Proses kristalisasi berlangsung di dalam lemari pendingin dengan suhu 0 dan 10°C. Setelah proses kristalisasi disaring dengan kertas saring halus dalam kondisi suhu dingin dan stabil. Kemudian dilakukan penguapan heksana menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 50°C selama 10-15 menit hingga didapat fraksi kaya tokoferol dilanjutkan dengan penyemprotan gas nitrogen. Fraksi kaya tokoferol tersebut dianalisis meliputi kadar tokoferol (metode Furter-Meyer dalam Apriyantono), kadar asam lemak bebas (AOCS, 1989), bilangan peroksida (Hiel dan Thiels yang dimodifikasi oleh Chapman dan Mackey dalam Adnan, 1980), aktivitas antioksidan (Kim, 2005),

intensitas warna dengan Lovibond dan rendemen.

PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Rendemen minyak bekatul sebesar 21,01% dengan karakteristik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik minyak bekatul

Analisis	Hasil Analisis	Referensi
Tokoferol (mg/g)	3,89	10-14 ^a
Asam Lemak Bebas (%)	12,73	3-20 ^b
Aktivitas Antioksidan (%)	39,33	41,64±5,04 ^c
Bil. Peroksida (mek/kg)	20,70	0,92 ^c
Rendemen (%)	21,01	10-26 ^a
Warna	75	---

Keterangan: a. Zigoneanu, 2006; b. Orthoefer 1996 dalam Aryusuk, 2008; c. Tahira, 2007.

Tokoferol merupakan bagian dari vitamin E. Minyak bekatul mempunyai aktivitas antioksidan 39,33%. Zigoneanu (2006) menyebutkan aktivitas antioksidan pada minyak bekatul sebesar 41,64±5,04%. Jika dibandingkan dengan penelitian Zigoneanu (2006) tersebut, aktivitas antioksidan yang didapat pada penelitian ini lebih besar. Hal tersebut karena komposisi kimia bekatul tergantung dari faktor varietas padi dan metode ekstraksi, sehingga jumlah antioksidan berbeda-beda. Antioksidan yang terdapat pada minyak bekatul di dominasi oleh oryzanol dan tokoferol.

Hasil analisis kadar asam lemak bebas pada minyak diperoleh rata-rata 12,73% (Tabel 1). Aryusuk (2008) menyebutkan bahwa minyak bekatul mengandung 3-20% asam lemak bebas.

Hasil analisis bilangan peroksida pada minyak bekatul diperoleh rata-rata 20,702 mek/kg (Tabel 1), sedangkan peroksida dari penelitian Tahira (2007) sebesar 0,92 mek/kg. Diduga hal tersebut terjadi karena adanya perlakuan pemanasan suhu 121°C.

Rendemen minyak bekatul yang diperoleh dari bekatul cukup tinggi, sebesar 21,01% (Tabel 1). Jika dibandingkan dengan data literatur sebesar 10-26%, maka dapat dikatakan proses ekstraksi cukup efektif, namun belum mencapai jumlah maksimal. Zigoneanu (2006) menyebutkan bahwa ekstraksi minyak bekatul secara konvensional menggunakan heksana dengan suhu 40-60°C menghasilkan rendemen minyak sebesar 20-22%.

Hasil Penyabunan Minyak Bekatul

Dari proses penyabunan didapat dua fraksi, yaitu fraksi tersabunkan pada bagian bawah yang terdiri dari asam lemak, fosfolipid dan lilin. Fraksi tidak tersabunkan pada bagian atas terdiri dari sterol, tokoferol, hidrokarbon dan skulen. Fraksi tersabunkan merupakan campuran air dan lemak, sedangkan fraksi tidak tersabunkan merupakan campuran fraksi tokoferol dan heksana. Perbandingan kadar tokoferol dari minyak bekatul dan fraksi tidak tersabunkan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar tokoferol minyak bekatul dan fraksi tidak tersabunkan

	Minyak Bekatul	Fraksi Tidak Tersabunkan
Kadar tokoferol (mg/g)	3,886	7,564

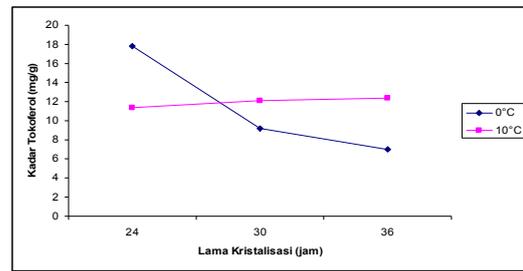
Kadar tokoferol pada fraksi tidak tersabunkan lebih tinggi dibandingkan minyak bekatul. Proses penyabunan memisahkan bagian yang tidak mengandung tokoferol (bagian tersabunkan), yaitu bagian yang larut dengan air sedangkan fraksi yang mengandung tokoferol merupakan bagian yang larut dengan heksana.

Karakteristik Fraksi Kaya Tokoferol

Kadar Tokoferol

Kadar tokoferol berkisar antara 6,96 sampai 17,84 mg/g. Pengaruh suhu dan

lama kristalisasi terhadap kadar tokoferol ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar tokoferol akibat perlakuan suhu dan lama kristalisasi

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar tokoferol pada suhu kristalisasi 0°C mengalami penurunan dengan semakin lamanya kristalisasi, sedangkan pada suhu kristalisasi 10°C terjadi peningkatan kadar tokoferol dengan semakin lamanya kristalisasi. Kadar tokoferol pada suhu kristalisasi 10°C cenderung stabil.

Suhu kristalisasi berpengaruh tidak nyata terhadap kadar tokoferol, sedangkan faktor lama kristalisasi dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0,05$).

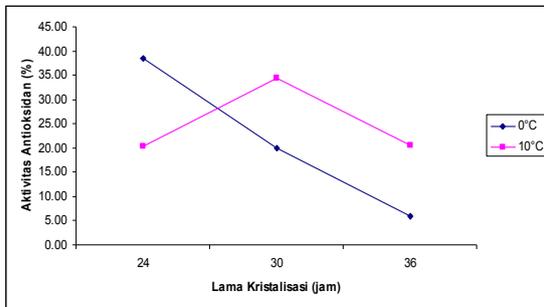
Pada suhu kristalisasi 0°C, kadar tokoferol mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu kristalisasi. Hal ini diduga dengan bertambahnya waktu kristalisasi pada suhu dibawah titik leleh tokoferol (2,5-3,5°C) berpengaruh terhadap pembentukan inti kristal tokoferol. Hartel (2001) menjelaskan bahwa kristal akan terus berkembang setelah intinya terbentuk dan selama sistem berada dalam kondisi lewat jenuh atau lewat dingin serta molekul-molekulnya masih memiliki mobilitas yang mencukupi untuk bergerak menuju antar muka kristal.

Pada suhu 10°C, kadar tokoferol cenderung stabil dengan bertambahnya lama kristalisasi. Hal ini diduga disebabkan suhu berada di atas suhu leleh tokoferol.

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan fraksi kaya tokoferol adalah 5,98–38,42%, lebih rendah dibandingkan aktivitas antioksi-dan minyak bekatul (Tabel 1). Penurun-an tersebut diduga dikarenakan adanya antioksidan lain seperti, oryzanol, beta-karoten dan lain-lain selain tokoferol yang ikut mengkristal, sehingga aktivitas antioksidan pada fraksi kaya tokoferol menurun.

Rerata aktivitas antioksidan hasil penelitian berkisar antara 5,980 sampai 38,422%. Pengaruh berbagai perlakuan terhadap kadar aktivitas antioksidan fraksi kaya tokoferol ditunjukkan pada Gambar 2.

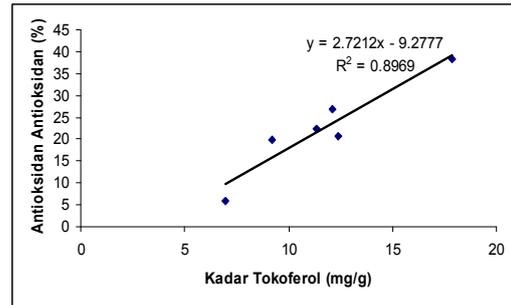


Gambar 2. Aktivitas antioksidan akibat suhu dan lama kristalisasi

Terdapat perbedaan laju kristalisasi yang terjadi pada masing-masing suhu. Rerata aktivitas antioksidan pada suhu 0°C menurun disertai dengan semakin lamanya proses kristalisasi, sedangkan pada suhu 10°C diawali dengan peningkatan hingga lama kristalisasi 30 jam, sedangkan pada lama 36 jam mengalami penurunan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor suhu, lama kristalisasi dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0,05$) terhadap aktivitas antioksidan dari fraksi kaya tokoferol yang dihasilkan.

Terdapat korelasi antara kadar tokoferol dengan aktivitas antioksidan yang berbanding lurus, mengingat tokoferol merupakan antioksidan yang aktif. Grafik korelasi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara kadar tokoferol dan aktivitas antioksidan pada fraksi kaya tokoferol

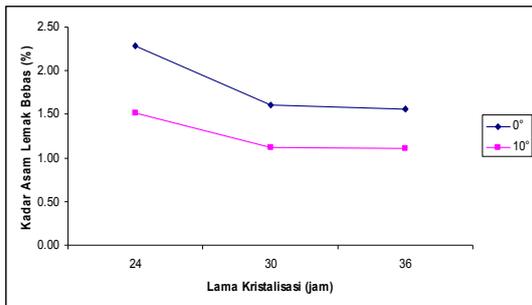
Semakin tinggi kadar tokoferol, maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidan. Seperti yang disebutkan oleh Winarno (2004) peran vitamin E terutama karena sifatnya sebagai zat antioksidan. Muhalil dan Sulaiman (2004) menambahkan vitamin E (tokoferol) berperan sebagai antioksidan dan mencegah terjadinya peroksidasi dari lipid. Bekatul padi merupakan sumber utama dari provitamin A (karotenoid) dan vitamin E, (tokoferol dan tokotrienol). Bekatul juga banyak mengandung fitosterol (stigmasterol campesterol brassicasterol), dan mikronutrien lain (asam amino fosfolipid, polisakarida dan mineral) dan gamma oryzanol, yang terdiri dari 20 campuran komponen yang memiliki kandungan antioksidan yang berbeda (Anonymous, 2008).

Sebagian besar komponen antioksidan minyak bekatul beras berupa gamma-oryzanol (Itoh *et al*, 1973; Xu dan Godber 1999 dalam Garcia, 2004). Roy (2005) juga menyatakan bahwa 3 komponen oryzanol memiliki peranan sebagai antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan komponen vitamin E. Kim *et al* (2001) menambahkan bahwa oryzanol merupakan antioksidan alami dan berpotensi dalam meningkatkan aktivitas antioksidan. Umumnya kandungan γ -oryzanol pada minyak bekatul beras pada beberapa varietas beras berkisar antara 1,1–2,6% (Aryusuk, 2008).

Kadar asam lemak bebas pada minyak bekatul senilai 12,73% dan asam lemak bebas fraksi kaya tokoferol antara 1,10-2,28% dikarenakan kemungkinan masih adanya asam-asam lemak bebas tersebut dalam bentuk cair selama proses kristalisasi yang terlarut bersama fraksi asam lemak tak jenuh minyak bekatul, hal ini menyebabkan sedikitnya penurunan kadar asam lemak bebas dari minyak bekatul terhadap fraksi kaya tokoferol.

Kadar Asam Lemak Bebas

Kadar asam lemak bebas berkisar antara 1,10 sampai 2,28%. Pengaruh berbagai perlakuan terhadap kadar asam lemak bebas fraksi kaya tokoferol ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar asam lemak bebas akibat perlakuan suhu dan lama kristalisasi

Terdapat perbedaan laju kristalisasi yang terjadi pada masing-masing suhu. Rerata kadar asam lemak bebas fraksi kaya tokoferol pada suhu 0 dan 10°C mengalami penurunan yang kontinyu, disertai dengan semakin lamanya proses kristalisasi.

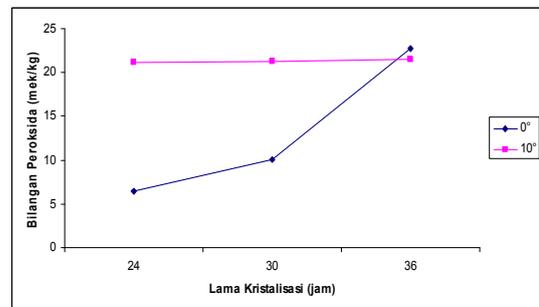
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor suhu, lama kristalisasi berpengaruh nyata dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap kadar asam lemak bebas dari fraksi kaya tokoferol yang dihasilkan.

Proses kristalisasi yang semakin lama akan menyebabkan kadar asam lemak bebas semakin menurun. Hal ini berkaitan dengan mengkristalnya asam lemak pada suhu dibawah titik cairnya. Perlakuan suhu kristalisasi memberikan pengaruh semakin turunnya kadar asam lemak bebas

dengan semakin rendahnya suhu kristalisasi (0°C). Hal ini diduga karena semakin rendah suhu kristalisasi berpengaruh terhadap pembentukan kristal asam lemak bebas yang semakin banyak. Kristal tersebut akan terpisah dengan filtrat pada saat penyaringan sehingga menurunkan kadar asam lemak bebas dalam fraksi kaya tokoferol.

Bilangan Peroksida

Rerata bilangan peroksida hasil penelitian berkisar antara 6,45-22,78 mek/kg. Pengaruh berbagai perlakuan terhadap bilangan peroksida ditunjukkan pada Gambar 5.



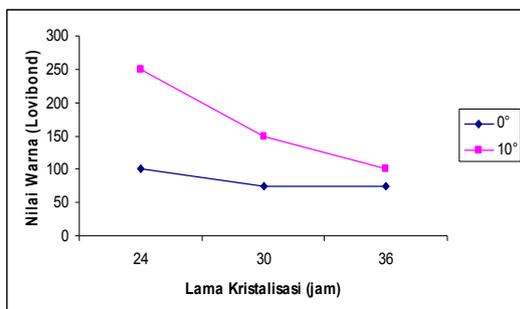
Gambar 5. Bilangan peroksida akibat perlakuan suhu dan lama kristalisasi

Bilangan peroksida pada 0 dan 10°C cenderung meningkat disertai dengan semakin lamanya proses kristalisasi. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor suhu, lama kristalisasi dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0,05$) terhadap bilangan peroksida dari fraksi kaya tokoferol yang dihasilkan.

Intensitas Warna

Hasil pengamatan warna pada minyak bekatul, fraksi tidak tersabunkan dan fraksi kaya tokoferol memiliki nilai sebagai berikut: 300; 200; 75-250. jika dilihat dari angka tersebut, maka terjadi penurunan angka. Berarti hasil dari tiap tahapan proses tersebut menghasilkan warna yang semakin cerah.

Rerata warna fraksi kaya tokoferol berkisar antara 75-250. Pengaruh berbagai perlakuan terhadap intensitas warna tiap sampel ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Intensitas warna akibat perlakuan suhu dan lama kristalisasi

Rerata intensitas warna pada suhu 0 dan 10°C mengalami penurunan nilai dengan semakin lamanya kristalisasi. Nilai tertinggi (warna lebih gelap) terjadi pada perlakuan suhu 10°C dan lama 24 jam, sedangkan nilai yang terendah (warna lebih terang) terjadi pada suhu 0°C dan lama 30 dan 36 jam.

Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik dilakukan dengan membandingkan nilai produk setiap perlakuan menggunakan indeks efektifitas dengan metode pembobotan yang ditentukan dari data hasil analisis, parameter fisik-kimia tersebut meliputi: kadar tokoferol (1), aktivitas antioksidan (1), asam lemak bebas (0,5), bilangan peroksida (0,5), dan warna (0,5). Penilaian perlakuan terbaik untuk parameter fisik-kimia fraksi kaya tokoferol dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan dengan suhu 0°C dan lama kristalisasi 24 jam merupakan perlakuan terbaik ditinjau dari parameter fisik-kimia. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar tokoferol, maka aktivitas antioksidan meningkat dan semakin rendah kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida maka kualitas fraksi kaya tokoferol semakin baik. Karakteristik fraksi kaya tokoferol

dari perlakuan terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Pemilihan perlakuan terbaik berdasarkan karakteristik fisikokimia fraksi kaya tokoferol.

Suhu Kristalisasi (°C)	Lama Kristalisasi (jam)	Nilai
0	24	0.016006*
	30	0.638614
	36	0.705128
10	24	0.475214
	30	0.309218
	36	0.312141

Tabel 4. Karakteristik fraksi kaya tokoferol dari perlakuan terbaik

Parameter	Kadar
Kadar Tokoferol	17,84 mg/g
Aktivitas Antioksidan	38,42%
Kadar ALB	2,28%
Bilangan Peroksida	6,45 mek/kg
Analisis Warna	100

KESIMPULAN

Terjadi peningkatan kadar tokoferol dari minyak, fraksi tidak tersabunkan, dan fraksi kaya tokoferol. Perlakuan suhu kristalisasi berpengaruh nyata terhadap parameter aktivitas antioksidan, kadar asam lemak bebas, dan bilangan peroksida. Perlakuan lama kristalisasi berpengaruh nyata terhadap parameter kadar tokoferol, aktivitas antioksidan, kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida. Interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar tokoferol, aktivitas antioksidan, dan bilangan peroksida. Perlakuan terbaik adalah suhu 0°C dan lama kristalisasi 24 jam. Perlakuan tersebut memiliki kadar tokoferol 17,84%, aktivitas antioksidan 38,42%, kadar asam lemak bebas 2,28%, bilangan peroksida 6,45 mek/kg dan warna 100.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2008. Hermetic storage of brown rice. <http://www.nutri-rice.com/finedata.html>. Tanggal akses 12 November 2008
- Aryusuk, K. 2008. Effects of crude rice bran oil components on alkali-refining loss. *J. Am. Oil Chem. Soc.*: 475
- D_infokom_Jatim. 2007. Porduksi Gabah Jawa Timur 2006. www.d_infokom.Jatim.go.id/News.php?id=9854. Tanggal akses 5 Juni 2007
- Darmadjati. D.S. 1997. Masalah dan Upaya Peningkatan Kualitas Beras Ditinjau dari Aspek Pra dan Pasca Panen dalam Menghadapi Era Globalisasi. Makalah pada Seminar HUT BULOG ke-36. Jakarta
- Dumont, M.J. and S.N. Suresh. 2007. Soapstock and deodorizer distillates from north american vegetable oils: review on their characterization, extraction and utilization. *Food Research International* 40:957-974
- Garcia, K.M. 2004. Quality Characterization of Cholesterol- Free Mayonnaise-Type Spreads Containing Rice Bran Oil. B.S. Chemical Engineering. Thesis. Louisiana State University
- Hartel, R. W. 2001. Crystallization in Foods. Aspen Publisher, Inc. Maryland
- Kim, Y.D. and C.V. Morr. 1996. Microencapsulation properties of gum arabic and several food proteins: spray-dried orange oil emulsion particles. *J. Agric Food Chem* 44: 1314-1320
- Kim, O.S. 2005. Radical scavenging capacity and antioxidant activity of the e vitamers fraction in rice bran. *J. of Food Sci.* 70(3): 208-213
- Lawsson, H., 1995. Food Oil and Fats. Chapman and Hall, New York
- Pokorny, J., N. Yanishlieva, and M. Gordon. 2001. Antioxidant in Food. CRC Press. Boca Raton Boston, NewYork
- Sesridha, L. 2000. Kajian Pengaruh Suhu dan Lama Fraksinasi Terhadap Komposisi dan Sifat Fisiko-Kimia Fraksi Olein dari Minyak Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Minyak Pelumas. Skripsi. IPB, Bogor
- Tahira, R.A. and M.A. Mutt. 2007. Characterization of rice bran oil. *Journal Agric. Research* 45(3)
- Winarno, F. G. 1992. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Jakarta
- Zigoneanu, I. G. 2006. Alpha-Tocopherol: Extraction from Rice Bran by Microwave-Assisted Method, and Entrapment and Release from Polymeric Nanoparticles. Tesis. Romania
- Xu, Z., N. Hua, and J.S. Godber. 2001. Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols, and γ -oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-azobis (2-methylpropionamide) dihydrochloride. *J. Agric. Food Chem.* 49: 2077-2081