

---

## PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI ALKALI DALAM PEMBUATAN ENRICHED RBO (RICE BRAN OIL) PADA TAHAP AWAL PROSES ISOLASI $\gamma$ -ORYZANOL

Inayati\*, Muhammad Rio Johan, Muhammad Arif Maulana

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami no. 36 A, Surakarta 27126 Telp/fax:0271-632112

\*Email: inayati\_stmt@yahoo.com

**Abstract:** Rice bran oil (also known as rice bran extract) is the oil extracted from the germ and inner husk of rice. It contains containing various kinds of essential nutrients, one of which is  $\gamma$ -oryzanol. Usually  $\gamma$ -oryzanol was obtained by saponifying RBO with alkali. The non-saponified fatty acids were separated to obtain a residue  $\gamma$ -oryzanol. Types of alkali compounds used in saponification process would affect the amount of  $\gamma$ -oryzanol obtained. The objective of this work was to study the effect of NaOH and KOH in saponification process. Samples of RBO were saponified with a certain kind of alkali in a particular concentration. The soapstocks were separated and then diluted with n-hexane. Then the samples were analyzed using GC-MS chromatograph. Research variables were the type of alkali (NaOH and KOH) and alkali concentration of 5 N, 4 N, 3 N, 2 N, and 1 N. The results showed that the best concentration to produce soapstock was 5 N. Generally, in saponification process of RBO, NaOH as saponification agent produced  $\gamma$ -oryzanol more than KOH. There were significant differences between soapstock produced by NaOH and KOH. Saponification using NaOH produced solid soapstock while soapstock produced by KOH was in paste form. Vitamin E content of the soapstock is also higher when NaOH was used in saponification process. In conclusion, NaOH was better used as saponification agent than KOH was the optimum concentration of 5 N of NaOH.

**Keywords:**  $\gamma$ -oryzanol, Rice Bran Oil, RBO, saponification

### PENDAHULUAN PENDAHULUAN

Minyak dedak padi (*rice bran oil*, RBO) merupakan minyak hasil ekstraksi dedak padi menggunakan pelarut yang mudah menguap. Minyak ini terkenal karena titik asapnya yang sangat tinggi (490°F / 254°C) dan karena cita rasanya yang khas. RBO populer digunakan sebagai minyak pangan di beberapa negara Asia, semisal Thailand, India, Jepang, Korea, dan Cina.

RBO juga dikenal karena manfaatnya bagi kesehatan. Minyak ini mengandung berbagai jenis nutrisi penting, seperti *oryzanol*, *lechitin*, *tocopherol*, *tocotrinol*, *insitol*, asam fitat, asam freulat, dan vitamin E.  $\gamma$ -oryzanol, banyak digunakan di bidang farmasi dan kosmetik, penelitian menunjukkan khasiat  $\gamma$ -oryzanol sebagai penurun kolesterol, penyerap kolesterol, dan penggumpalan trombosit. Di bidang kosmetik,  $\gamma$ -oryzanol juga telah digunakan untuk mengobati hiperlipidemia, ketidakteraturan menopause, dan meningkatkan masa otot.

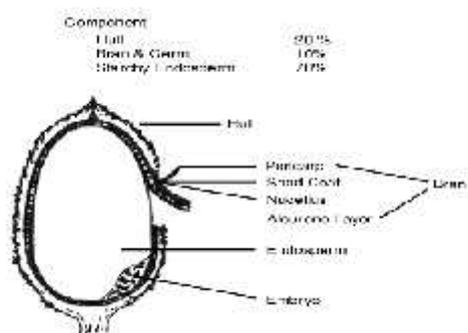
$\gamma$ -oryzanol diperoleh dengan ekstraksi menggunakan pelarut organik, metode lain dengan menggunakan CO<sub>2</sub> superkritis. Ekstraksi

$\gamma$ -oryzanol dari dedak padi dengan menggunakan pelarut berupa campuran 50% heksana dan 50% isopropanol pada 60°C selama 45 sampai 60 menit menghasilkan yield yang paling tinggi (1,68 mg/g dedak padi). Hasil yang lebih tinggi lagi bisa didapatkan dengan mengekstraksi *rice bran oil*. *Crude rice bran oil* biasanya mengandung sekitar 1,5–2,9%.  $\gamma$ -oryzanol diekstraksi dari residu hasil penyabunan *rice bran oil*. Biasanya  $\gamma$ -oryzanol didapat dari *rice bran oil* yang disabunkan dengan alkali. Bagian yang tidak tersabunkan dipisahkan asam lemaknya untuk mendapatkan residu berupa *oryzanol*.

Jenis basa dan kondisi operasi penyabunan akan memengaruhi jumlah *oryzanol* yang diperoleh. Selain itu juga berpengaruh terhadap proses pemisahan  $\gamma$ -oryzanol lebih lanjut. Selain pertimbangan efisiensi proses, harga alkali juga akan berpengaruh terhadap biaya produksi sehingga nilai/harga  $\gamma$ -oryzanol dapat berbeda-beda. Oleh karena itu, penelitian menggunakan jenis basa dan kondisi operasi penyabunan RBO perlu dilakukan..

## Rice Bran Oil

Dedak merupakan produk samping penggilingan gabah menjadi beras. Bergantung pada varietas beras dan derajat penggilingannya, dedak padi mengandung 16–32% minyak. Minyak dedak padi merupakan salah satu jenis minyak ber kandungan gizi tinggi karena adanya kandungan asam lemak, komponen-komponen aktif biologis, dan komponen-komponen antioksidasi seperti *oryzanol*, *tocopherol*, *tocotrienol*, *phytosterol*, *polyphenol*, dan *squalene* (Purbasari dan Silviana, 2008).



Gambar 1. Struktur Beras (Orthofer, 2005)

*Rice bran oil* (RBO) berisi berbagai lemak, dengan 47% dari lemak yang *monounsaturated*, 33% *polyunsaturated*, dan 20% *saturated* (Purbasari dan Silviana, 2008).

Tabel 1. Komposisi Asam Lemak Rice Bran Oil (RBO) (Purbasari dan Silviana, 2008)

Jenis Asam Lemak	Kadar (%-b)
Asam Miristat (C14:0)	0,3360
Asam Palmitat (C16:0)	17,2096
Asam Stearat (C18:0)	1,7112
Asam Oleat (C18:1)	45,7510
Asam Linoleat (C18:2)	33,4208
Asam Linolenat (C18:3)	0,3645
Asam Arachidik (C20:0)	1,2063

Perbandingan kandungan antioksidan pada beberapa minyak makan dapat dilihat di Tabel 2. Dengan kadar lemak kurang dari 25%, cara terbaik untuk mengambil minyak dedak adalah melalui ekstraksi menggunakan pelarut mudah menguap seperti metanol dan heksan (Purbasari dan Silviana, 2008). *Rice bran oil* didapat melalui ekstraksi dari dedak padi dengan menggunakan pelarut n-heksana (*food grade*) atau melalui proses bebas pelarut dengan menggunakan pemanasan ohmik atau teknologi ekstraksi fluida superkritis. *Crude rice bran oil* yang didapat dari ekstraksi dengan menggunakan pelarut dikenakan baik proses penyulingan kimia maupun proses penyulingan

fisika untuk memenuhi kelayakan spesifikasi minyak sayur. Pemurnian *rice bran oil* menghasilkan produk yang lebih baik dari segi warna ataupun titik asap. Namun, proses ini juga menghasilkan kerugian yang cukup tinggi berupa berbagai macam residu. Residu-residu ini, dari proses pengilangan *rice bran oil*, merupakan sumber dari berbagai *nutraceutical* (nutrisi-nutrisi yang mempunyai keunggulan medis) seperti vitamin E, *oryzanol*, *tocopherol*, asam ferulat, asam fitat, lesitin, dan inositol (Patel and Naik, 2004).

Tabel 2. Perbandingan Antioksidan pada Beberapa Minyak Makan (Hadipernata, 2007)

Jenis minyak	Vitamin E		Orizanol (ppm)	Total Antioksidan (ppm)
	Tokoferol (ppm)	Tocotrienol (ppm)		
Dedak padi	81	336	2.000	2.417
Zaitun	51	0	0	51
Kanola	650	0	0	650
Bunga matahari	487	0	0	487
Kedelai	1.000	0	0	1.000
Sawit	256	149	0	405

Selain senyawa antioksidan *-oryzanol*, minyak bekatul juga mengandung senyawa antioksidan yang lain yaitu senyawa tokol berupa *tocopherol* dan *tocotrienol*.

Minyak dedak padi yang baru diekstrak biasanya berwarna hijau kecoklatan dan berbau khas minyak dedak padi. Sifat fisika-kimia minyak dedak padi dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3. Sifat Fisika-Kimia Minyak Dedak Padi (Orthofer, 2005)

No.	Parameter	Nilai
1	Densitas (gr/ml)	0,89
2	Bilangan penyabunan	179,17
3	% FFA (Asam Oleat)	34,49 - 49,76
4	Titik nyala (°C)	Min 150
5	Titik pengasapan (°C)	254

Ada dua cara pengambilan minyak nabati dari suatu bahan yang diduga mengandung minyak yaitu ekstraksi dan mechanical expression. Adapun cara ekstraksi ada dua cara yaitu rendering dan solvent extraction (Ketaren, 1986).

### a. Rendering

*Rendering* merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga

mengandung minyak atau lemak dengan kadar air yang tinggi. Menurut pengerjaannya, rendering dibagi menjadi dua cara, yaitu:

1. *Dry Rendering*

Dry rendering adalah cara rendering tanpa penambahan air selama proses berlangsung.

2. *Wet Rendering*

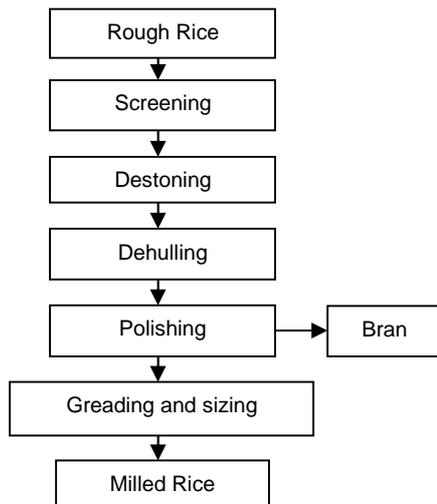
Wet rendering adalah proses rendering dengan penambahan sejumlah air selama berlangsungnya proses tersebut.

b. *Solvent Extraction*

Prinsip dari proses ini adalah ekstraksi dengan melarutkan minyak dalam pelarut minyak atau lemak. Pada cara ini dihasilkan bungkil/ampas dengan kadar minyak yang rendah yaitu sekitar 1% atau lebih rendah dan mutu minyak kasar karena sebagian fraksi bukan minyak akan ikut terekstraksi.

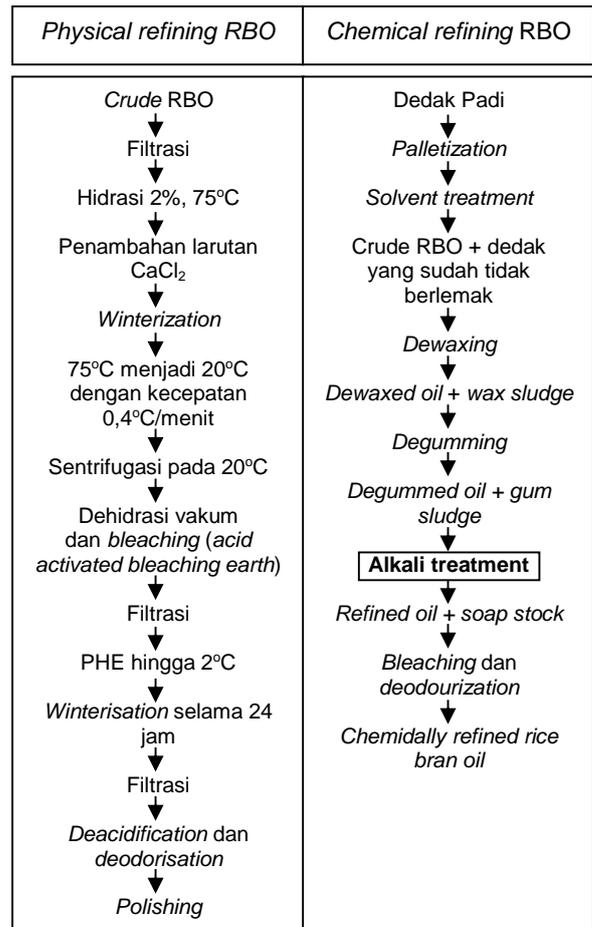
c. *Mechanical Expression*

Pengepresan mekanis merupakan suatu cara pengambilan minyak atau lemak terutama untuk bahan yang berasal dari biji – bijian.



Gambar 2. Langkah-Langkah dalam Penggilingan Padi (Orthofer, 2005)

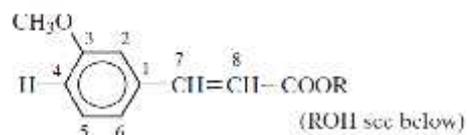
Hasil penelitian yang dilakukan Patel dan Naik (2004) menunjukkan bahwa proses *degumming* dan *dewaxing* RBO mentah hanya dapat memisahkan 1,1% dan 5,9% *oryzanol*, sementara penyabunan dengan alkalki mampu memisahkan *oryzanol* hingga 93,0–94,6%. Proses *physical refining* tidak akan memberi pengaruh pada *oryzanol*. Begitu juga dengan proses *bleaching* dan *deodorization*. *Oryzanol* yang hilang selama proses *chemical refining* akan terbawa di dalam *soapstock*.



Gambar 3. Metode Refining Rice Bran Oil (Patel and Naik, 2004)

**Gamma-oryzanol**

Dedak padi mengandung banyak senyawa penting seperti vitamin E ( - tokoferol dan tocotrienol) dan *-oryzanol*. Senyawa *-oryzanol* merupakan campuran dari 10 senyawa steryl dan triterpenyl ester dari asam-asam ferulat (Imsangan *et al.*, 2007).

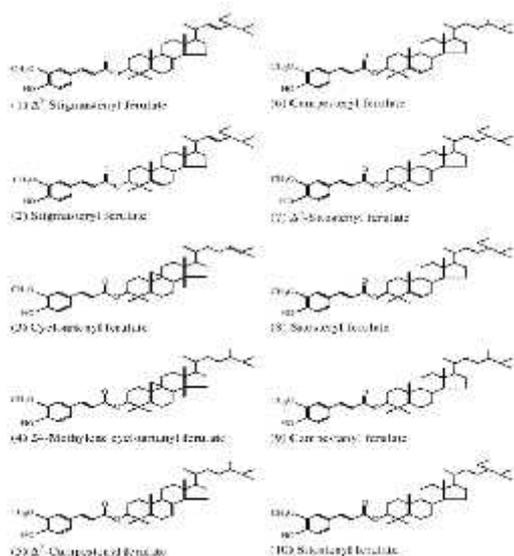


- ROH = campesterol
- = O sitosterol
- = cycloartenol
- = 24 methylene-cycloartenol
- = cyclobranol

Gambar 4. Struktur Asam-Asam Ferulat dalam -oryzanol (Patel and Naik, 2004)

Komponen yang paling banyak dalam *-oryzanol* antara lain *cycloartenyl ferulat*, *24-methylenecycloartenyl ferulate*, *-sitosterol ferulat*, dan *campesterol ferulate* (Imsanguan *et al.*, 2007).

Kandungan *-oryzanol* yang terdapat dalam minyak dedak padi berkisar antara 1,5-2,9%. Jumlah kandungan *-oryzanol* tergantung dari varietas bekatul padi (Patel *and* Naik, 2004).



Gambar 5. Sepuluh Asam Ferulat Penyusun *-oryzanol* (Patel *and* Naik, 2004)

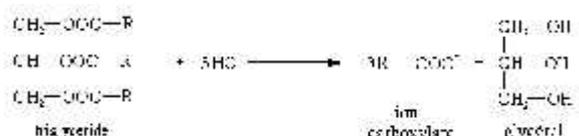
### Saponifikasi

Ester umumnya dihidrolisis dengan basa. Reaksi ini disebut penyabunan (saponifikasi, dari kata Latin *sapon*, sabun) sebab jenis reaksi ini digunakan untuk membuat sabun dari lemak. Reaksi umumnya adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Reaksi Penyabunan Ester (Hart *et al.*, 2003)

Bila lemak atau minyak dipanaskan dengan alkali, ester terkonversi menjadi gliserol dan garam dari asam lemak. Reaksi tersebut digambarkan di sini dengan penyabunan gliseril tripalmitat.



Gambar 7. Reaksi Penyabunan Trigliserida (Hart *et al.*, 2003)

Garam (biasanya natrium) dari asam lemak berantai panjang dinamakan sabun (*soap*) Minyak nabati dan lemak hewan adalah bahan yang umumnya disaponifikasi. Bahan-bahan berminyak ini, golongan 26ndustry26s yang disebut trigliserida, merupakan campuran dari beragam asam lemak. Trigliserida dapat diubah menjadi sabun baik dengan proses satu langkah atau proses dua langkah. Dalam proses satu langkah tradisional, trigliserida diperlakukan dengan basa kuat (alkali misalnya), yang mempercepat pembelahan ikatan ester dan melepaskan garam asam lemak dan gliserol. Proses ini adalah metode industri utama untuk memproduksi gliserol. Jika perlu, sabun dapat dipicu dengan penggaraman menggunakan natrium klorida jenuh.

Tabel 4. Perbandingan Sifat Fisika-Kimia Beberapa Basa yang Biasa Digunakan Untuk Proses Penyabunan (Perry *and* Green, 1997)

Parameter	NaOH	KOH	Ca(OH) <sub>2</sub>
Densitas	2,13 g cm <sup>-3</sup>	2,044 g cm <sup>-3</sup>	2,211 g cm <sup>-3</sup> (padat)
Masa atom relative	40 g mol <sup>-1</sup>	56 g mol <sup>-1</sup>	74 g mol <sup>-1</sup>
Titik leleh	318 °C	360 °C	580 °C
Titik didih	1388 °C	1327 °C	
Kelarutan dalam air	1110 g dm <sup>-3</sup> (pada 20°C)	- 121g / 100 mL (pada 25°C) - 178 g / 100 mL (pada 100°C)	- 0,189 g / 100 mL (pada 0°C) - 0,173 g / 100 mL (pada 20 °C)
Kelarutan dalam metanol	238 g dm <sup>-3</sup>		
Kelarutan dalam etanol	<< 139 g dm <sup>-3</sup>		
Tekanan uap	< 18 mmHg (pada 20 °C)		

Konversi lemak hewan (contohnya, lemak kambing), menjadi sabun lewat pemanasan dengan abu kayu (yang sifatnya basa) merupakan salah satu cara paling kuno dari proses kimia ini. Sabun dapat dibuat baik lewat proses *batch* maupun proses kontinu. Pada proses *batch*, lemak atau minyak dipanaskan dengan alkali sedikit berlebihan dalam ketel terbuka. Dalam proses kontinu, yang lebih umum dilakukan sekarang, lemak atau minyak dihidrolisis oleh air pada suhu dan tekanan tinggi dengan bantuan katalis, biasanya suatu sabun zink (Hart *et al.*, 2003).

Bilangan penyabunan (atau “angka penyabunan”) merupakan jumlah miligram kalium hidroksida (KOH) atau natrium hidroksida (NaOH) yang diperlukan untuk menyabunkan 1g lemak. Ini adalah ukuran dari berat molekul rata-rata (atau rantai panjang) dari semua asam

lemak ini. Karena sebagian besar massa sebuah triester/lemak terdapat dalam 3 asam lemak, hal itu memungkinkan untuk membandingkan panjang rantai asam lemak rata-rata. Asam lemak rantai panjang yang ditemukan di lemak memiliki nilai penyabunan rendah karena mereka memiliki jumlah yang relatif lebih sedikit dari gugus fungsi karboksilat per unit massa lemak dibandingkan dengan asam lemak rantai pendek. Semakin banyak jumlah mol diperlukan untuk menyabunkan N gram lemak maka semakin sedikit mol dari lemak yang memiliki rantai panjang (en.wikipedia.org).

Bilangan penyabunan ialah jumlah alkali yang dibutuhkan untuk menyabunkan sejumlah contoh minyak. Bilangan penyabunan dinyatakan dalam jumlah miligram kalium hidroksida yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 gram minyak atau lemak. Besarnya bilangan penyabunan tergantung dari berat molekul. Minyak yang mempunyai berat molekul rendah akan mempunyai bilangan penyabunan lebih tinggi daripada minyak yang mempunyai berat molekul tinggi. Penentuan bilangan penyabunan dapat dilakukan pada semua jenis minyak dan lemak (Ketaren, 1986).

#### METODE PENELITIAN

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Peralatan penyabunan: Statif, Klem, Pemanas mantel, Labu leher tiga, Termometer, Pengaduk listrik, Pendingin
2. Peralatan analisa meliputi:
  - a. Analisa bilangan penyabunan dan bilangan Peroksida (Labu erlenmeyer, Buret, Statif, Klem)
  - b. Analisa kandungan *-oryzanol* dan vitamin E: Kromatografer GC-MS

Bahan yang digunakan penelitian ini meliputi :

1. Bahan penyabunan :
  - a. *Rice Bran Oil*
  - b. KOH
  - c. NaOH
  - d.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
2. Bahan analisa
  - a. Analisa bilangan penyabunan awal-akhir: KOH, alkohol netral, dan indikator pp
  - b. Analisa peroksida: Asam asetat glasial, kloroform, kalium iodida, dan natrium thiosulfat.

#### Cara percobaan

1. Tahap analisa *rice bran oil*  
 Dilakukan empat jenis analisa pada *rice bran oil*: analisa bilangan penyabunan, analisa bilangan peroksida, analisa

kandungan *-oryzanol*, dan analisa kandungan antioksidan.

Dalam analisa bilangan penyabunan, sebanyak 1 gram *rice bran oil* disiapkan dalam labu erlenmeyer. Sebanyak 15 ml alkohol netral 96%, kemudian dipanaskan selama kurang lebih 10 menit. Sampel ditetesi indikator larutan phenolphthalein, kemudian ditirasi dengan KOH sampai terjadi perubahan warna.

Pada analisa bilangan peroksida, 5 gram *rice bran oil* yang sudah disiapkan dalam Erlenmeyer dicampur dengan pelarut yang terbuat dari 60% asam asetat glasial dan 40% kloroform. Larutan kalium iodida jenuh sebanyak 0,5 ml ditambahkan sambil dikocok. Setelah kurang lebih dua menit, ditambahkan 30 ml air. Kelebihan iod dititrasi dengan larutan natrium thiosulfat 0,1 N atau 0,01 N, tergantung dari banyaknya iod bebas.

Analisa kandungan *-oryzanol* dengan Kromatografer GC-MS.

#### 2. Tahap saponifikasi

Mula-mula dibuat larutan NaOH dan KOH masing-masing dengan konsentrasi 1 N, 2 N, 3 N, 4 N, dan 5 N. Masing-masing basa direaksikan dengan *rice bran oil* sampai seluruh minyak habis. Memisahkan lapisan *soapstock*, *refined oil*, dan sisa basa. *Soapstock* dari masing-masing sampel disiapkan untuk kemudian dianalisa.

#### 3. Tahap analisa *soapstock*

Dilakukan dua analisa pada masing-masing sampel *soapstock*: analisa kandungan *-oryzanol* dan analisa kandungan antioksidan. Analisa kandungan *-oryzanol* dengan kromatografer GC-MS. Hasil analisa kemudian diperbandingkan dengan hasil analisa *rice bran oil* yang telah dilakukan sebelumnya.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Analisa Bilangan Penyabunan RBO

Hasil analisa bilangan penyabunan RBO dapat dilihat di table 5:

Tabel 5. Hasil Analisa Bilangan Penyabunan Rice Bran Oil

Konsentrasi KOH	Rata-rata
0,1 N	6,451
1,0 N	5,61

#### Hasil Saponifikasi

Hasil analisa bilangan penyabunan RBO dapat dilihat di Tabel 6:

**Tabel 6. Hasil Saponifikasi**

Basa	Konsentrasi	Berat Soapstock (gram)	Refined Oil (ml)
NaOH	5N	19,55	0,25
	4N	14,10	1,65
	3N	8,70	3,15
	2N	5,95	4,80
	1N	3,25	6,70
KOH	5N	11,55	0,35
	4N	10,85	2,75
	3N	9,25	4,75
	2N	6,55	6,00
	1N	2,95	6,90

Dari Table 6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi basa, semakin banyak jumlah *soapstock* yang dihasilkan. *Soapstock* yang didapat dari penyabunan menggunakan basa NaOH relatif lebih banyak daripada dengan menggunakan basa KOH, hal ini kemungkinan dikarenakan NaOH merupakan basa yang lebih kuat daripada KOH.

Pada konsentrasi basa sekitar 1N-3N terlihat berat *soapstock* dari penyabunan menggunakan KOH lebih besar daripada dengan menggunakan NaOH, hal ini dimungkinkan karena adanya *refined oil* yang terikat pada *soapstock*. Sedangkan pada konsentrasi basa sekitar 3N-5N, jumlah *soapstock* yang didapat dengan menggunakan NaOH jauh lebih banyak daripada dengan menggunakan KOH.

Dari Table 6 juga dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi basa, semakin sedikit jumlah *refined oil* yang didapat. Hal tersebut dikarenakan RBO yang disaponifikasi lebih banyak menghasilkan *soapstock*.

#### Hasil Analisa -oryzanol

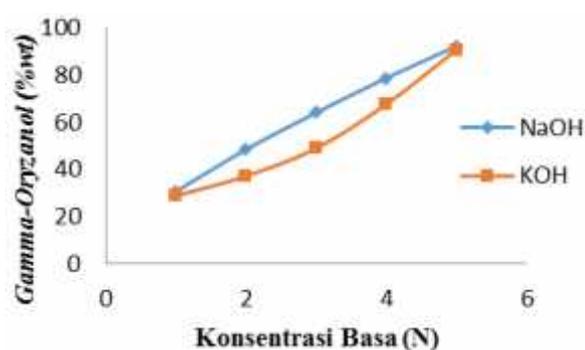
Dengan menggunakan Kromatografer GC-MS didapat kandungan -*oryzanol* dalam 10 ml RBO sebesar 22,9 mg; sedangkan kandungan kandungan -dalam masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 7:

Dari Tabel 7 dapat dibaca bahwa dilihat jumlah kandungan -*oryzanol* yang berhasil diisolasi dengan menggunakan NaOH lebih banyak daripada dengan menggunakan KOH. Hal ini dikarenakan NaOH merupakan basa yang lebih kuat daripada KOH.

Semakin besar konsentrasi basa, semakin besar pula -*oryzanol* yang didapat. Hal ini berbanding lurus dengan berat *soapstock* yang didapat.

**Tabel 7. Hasil Analisa -oryzanol**

Basa	Konsentrasi	Berat Soapstock (gram)	Berat -oryzanol (mg)	Oryzanol Terisolasi (%)
NaOH	5 N	19,55	21,10	92,14
	4 N	14,10	18,01	78,66
	3 N	8,70	14,67	64,05
	2 N	5,95	11,10	48,47
	1 N	3,25	7,03	30,71
KOH	5 N	11,55	20,75	90,61
	4 N	10,85	15,48	67,59
	3 N	9,25	11,21	48,96
	2 N	6,55	8,53	37,26
	1 N	2,95	6,61	28,86



**Gambar 8 Pengaruh Konsentrasi Basa terhadap persentase Oryzanol terisolasi**

#### Hasil Analisa Vitamin E

Dengan menggunakan Kromatografer GC-MS didapat kandungan vitamin E dalam 10 ml RBO sebesar 0,72 mg; sedangkan kandungan kandungan -dalam masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 8:

**Tabel 8 Hasil Analisa Vitamine E**

Basa	Konsentrasi	Berat Soapstock (gram)	Berat Vitamin E (mg)	Vitamin E dalam Soapstock (%)
NaOH	5 N	19,55	0,52	72,64
	4 N	14,10	0,45	61,96
	3 N	8,70	0,36	50,35
	2 N	5,95	0,27	38,07
	1 N	3,25	0,17	24,11
KOH	5 N	11,55	0,51	71,31
	4 N	10,85	0,38	53,09
	3 N	9,25	0,28	38,46
	2 N	6,55	0,21	29,26
	1 N	2,95	0,16	22,66

---

## KESIMPULAN

Salah satu tahap awal untuk pembuatan enriched RBO adalah saponifikasi, sebagai langkah awal isolasi *-oryzanol*. Saponifikasi dapat dilakukan menggunakan larutan basa dari NaOH dan KOH. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa saponifikasi menggunakan NaOH menghasilkan *-oryzanol* dan vitamin E lebih banyak daripada menggunakan larutan KOH. Konsentrasi larutan NaOH yang menghasilkan *-oryzanol* dan vitamin E paling banyak adalah 5 N.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hadipernata, M., 2007, "Mengolah Dedak Menjadi Minyak (*Rice Bran Oil*)," Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 29(4): 8-10.
- Hart, H., Craine, L.E., and Hart., D.J., 2003, "Kimia Organik," Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Imsanguan, P., Roaysubtawee, A., Borirak, R., Pongamphai, S., Douglas, S., and Douglas, P.L., 2007, "Extraction of *-tocopherol* and *-oryzanol* from Rice Bran," 41: 1417-1418.
- Ketaren, S., 1986, "Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan," UI Press, Jakarta.
- Orthoefer, F.T., 2005, "Bailey's Industrial Oil and Fat Products," Sixth Edition, Six Volume, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Patel, M., and Naik, S.N., 2004, "Gamma *Oryzanol* from Rice Bran Oil – A review," 62: 569-572.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1997, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 7<sup>th</sup> ed, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Purbasari, A., dan Silviana, 2008, "Kajian Awal Pembuatan Biodisel dari Minyak Dedak Padi dengan Proses Esterifikasi," 12(1): 19-20.