

**PREPARASI OKSIDA LOGAM CaO DARI  
CANGKANG TELUR AYAM**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains**

**Jurusan Kimia pada Fakultas MIPA**

**Oleh:**

**Kiki Anggraini**

**08081003018**



**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2012**

S  
593.089.07  
Kiki  
P  
2012

R. 23066/23621



**PREPARASI OKSIDA LOGAM CaO DARI  
CANGKANG TELUR AYAM**

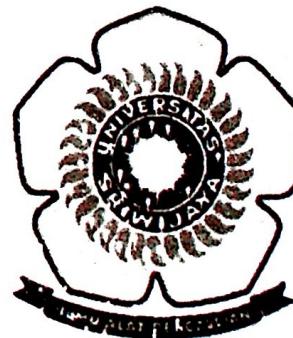
**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Jurusan Kimia pada Fakultas MIPA**

**Oleh:**

**Kiki Anggraini**

**08081003018**



**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2012**

## **HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI**

**Judul Skripsi : Preparasi Katalis Basa dari Cangkang Telur**

**Nama Mahasiswa : Kiki Anggraini**

**NIM : 08081003018**

**Jurusan : Kimia**

**Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 7 November 2012.**

**Inderalaya, November 2012**

**Pembimbing :**

**1. Aldes Lesbani, P.hD**

(  )

**2. Fahma Riyanti, M.Si**

(  )

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Preparasi Oksida Logam CaO dari Cangkang Telur Ayam

Nama Mahasiswa : Kiki Anggraini

NIM : 08081003018

Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Juruan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 7 November 2012. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Inderalaya, November 2012

Ketua:

1. **Aldes Lesbani, Ph.D**

(  )

Anggota:

2. **Fahma Riyanti, M.Si**

(  )

3. **Nurlisa Hidayati. M.Si**

(  )

4. **Almunady T. Panagan, M.Si**

(  )

5. **Hassannudin, M.Si**

(  )

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia



## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Kiki Anggraini  
NIM : 08081003018  
Fakultas/Jurusan : MIPA/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, November 2012

Penulis,



Kiki Anggraini  
08081003018

## HALAMAN PERSEMPAHAN

*Sepenuhnya dan setulusnya ku persembahkan untuk*

*Kedua Orang Tuaku,*

*Bapak dan Mamak yang ku Cintai*

*Saudara-saudaraku,*

*Koko Bungaran Saputra, Abdur Rahman dan Marwan Syakir*

*Serta untuk yang sangat berarti bagiku, Hendra Agustian*

*Sebuah karya kecil untuk Kalian yang senantiasa berada  
disampingku....*

*“Yakini, percaya itu nyata di akhirnya  
laksana badai yang selalu menjanjikan terang”*

*- Aguini -*

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kepada Allah SWT penulis ucapkan karena berkat karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas akhir dan skripsi yang berjudul “Preparasi Oksida Logam CaO dari Cangkang Telur Ayam”. Adapun skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi syarat menyelesaikan tugas akhir serta untuk memperoleh gelar sarjana sains jurusan kimia FMIPA UNSRI.

Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang berperan secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini. Ucapan yang tulus penulis ucapkan kepada:

- Kedua orang tuaku tersayang (Bapak dan Mamat) yang telah mencurahkan kasih sayang dan doa, yang senantiasa melakukan yang terbaik untukku, terima kasih atas doa dan Motivasi yang kalian berikan.
- Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNSRI
- Bapak Dr. Suheryanto, M.Si selaku ketua jurusan kimia
- Bapak Aldes Lesbani, M.Si., Ph.D selaku Pembimbing utama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini, terima kasih atas setiap waktu yang Bapak berikan, bimbingan, perhatian dan kesabarannya selama ini dalam membimbing penulis
- Ibu Fahma Riyanti, M.Si selaku pembimbing kedua dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini. Terima kasih atas setiap waktu yang ibu berikan,

bimbingan, perhatian dan kesabarannya selama ini dalam membimbing penulis

- Bapak/Ibu Dosen Pembahas Drs. Almunadi T Panagan, bapak Hasannudin, M.Si, dan ibu Nurlisa, M.Si yang telah memberi masukan-masukan yang sangat bermanfaat dalam skripsi ini
- Dosen-dosen dan Guru-guru yang amat berjasa dalam memberikan pendidikan dan pengetahuan kepada penulis
- Aguiniku yang terkasih, Hendra Agustian. Yang selalu memberi senyum dibibirku. Terima kasih untuk semangat, perhatian dan kasih sayangmu
- Kak Koko yang selalu menjadi motivasiku untuk menyelesaikan ini semua
- Adik-adikku, Wawan dan Maman yang memberi warna dihidupku, terima kasih untuk kekonyolan yang setiap hari kita lakukan
- Sahabat-sahabatku tersayang WW (Feni, Fina, Eprix, Dian, Yuni dan Caty), terima kasih untuk semua hal yang pernah kita lewati, semoga persahabatan kita selalu abadi
- Untuk Niken, Dian, Tari, Ayu dan Wita, terima kasih untuk pertemanan yang kita jalin selama ini. Cerita yang kita bagi, tawa dan tangis semoga kelak menjadi kisah tersendiri dalam hidup kita dan kita dapat berkumpul kembali seperti hari kemarin.

- Teman-teman Kimia 08 yang aku cintai Feby, Mutia, Tika, Fadly, Erwin, Pras dan.. (tak bisa kusebut satu persatu), terima kasih untuk tiap kenangan indah di bangku kuliah yang kalian ukirkan dalam hidupku.
- Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Kimia Anorganik, Palita, Ena, Ema, Eci, Ambi, Serly dan Risma. Terima kasih untuk canda tawa dan bantuannya selama ini, teruslah berjuang
- Kakak-kakak dan adik-adik tingkatku (2007, 2009, 2010, 2011 dan 2012) terima kasih untuk kebersamaan dan partisipasinya

Penulis juga menyadari akan kekurangan dalam pembuatan Tugas Akhir dan skripsi ini. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang mampu menjadikan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik untuk kedepannya, demikianlah penulis harapkan agar karya ini mampu berguna bagi kita semua.

Indralaya, Oktober 2012

Penulis

## **PREPARATION METAL OXIDE CaO FROM CHICKEN EGGHELLS**

**KIKI ANGGRAINI**

**NIM: 08081003018**

### **ABSTRACT**

The preparation of metal oxide CaO based on eggshell has been carried out by decomposition of various temperature at 600, 700, 800, 900 dan 1000°C. Catalyst were characterized using XRD difractometer. Furthermore, from the XRD pattern can be determined the optimum temperature for preparation of CaO, then the characterization of CaO will be extended using FT-IR spectrophotometer and BET analysis. The results showed that the optimum temperature for preparation of CaO is 900°C with peak at  $2\Theta$  32.3°, 37.4°, 53.9°, 64.2° and 67.5°. FT-IR spectrum showed the unique vibration for Ca-O at  $393 \text{ cm}^{-1}$ . The BET analysis showed that CaO has surface area  $68 \text{ m}^2/\text{g}$ , pore volume  $1.65 \text{ cm}^3/\text{g}$  and pore size 6.6 nm which can be classified as mesoporous.

**Keywords:** eggshell, CaO, XRD, FT-IR, BET

# **PREPARASI OKSIDA LOGAM CaO DARI CANGKANG TELUR AYAM**

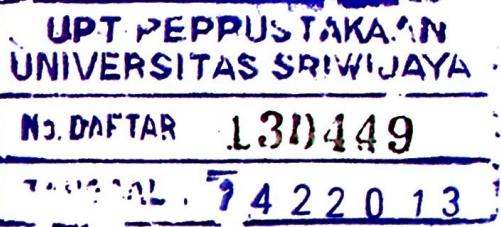
**KIKI ANGGRAINI**

**NIM: 08081003018**

## **ABSTRAK**

Telah dilakukan preparasi oksida logam CaO dari cangkang telur dengan proses dekomposisi pada variasi suhu 600, 700, 800, 900 dan 1000°C. CaO hasil preparasi dikarakterisasi menggunakan difraktometer XRD kemudian dilanjutkan karakterisasinya menggunakan spektrofotometer FT-IR dan analisis BET. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu optimum preparasi CaO dari cangkang telur adalah pada suhu 900°C dengan puncak sudut  $2\Theta$  32,3°, 37,4°, 53,9°, 64,2° dan 67,5°. Spektra FT-IR menunjukkan vibrasi yang khas untuk Ca-O pada  $393\text{ cm}^{-1}$ . Hasil analisis BET menunjukkan bahwa CaO hasil preparasi memiliki luas permukaan  $6,8\text{ m}^2/\text{g}$ , volume pori  $1,65\text{ cm}^3/\text{g}$  dan ukuran pori 6 nm yang diklasifikasikan sebagai padatan mesopori.

**Kata kunci:** cangkang telur, CaO, XRD, FT-IR, BET



## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SEMINAR HASIL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR HASIL .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRACT .....	ix
ABSTRAK .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Oksida-Oksida Logam .....	4
2.2 Katalis dan Katalisis .....	5
2.3 Cangkang Telur .....	8
2.3.1 Lapisan-Lapisan Kulit Telur .....	8
2.4 Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR) .....	9

2.5 Difraktometer XRD .....	11
2.6 BET <i>Sorption</i> .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	19
3.3 Cara Kerja.....	19
3.3.1. Preparasi Oksida Logam CaO dari Cangkang Telur.....	19
3.3.2. Pembuatan Oksida Logam dari Cangkang Telur .....	20
3.3.3. Karakterisasi Oksida Logam CaO dari Cangkang Telur ...	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Pembakaran Cangkang Telur untuk Menghasilkan Kalsium Oksida.....	21
4.2 Penentuan Persentase <i>Yield</i> Katalis Basa Hasil Preparasi .....	23
4.3 Karakterisasi Oksida Logam CaO Hasil Preparasi dari Cangkang Telur Menggunakan Difraktometer XRD.....	24
4.4 Identifikasi Gugus Fungsi Serapan Spektrofotometer FT-IR .....	28
4.5 <i>Surface Area Analysis</i> dengan Metode BET <i>Sorption</i> .....	30
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>34</b>
5.1 Kesimpulan .....	34
5.2 Kritik dan Saran .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>viii</b>

## **DAFTAR LAMPIRAN**

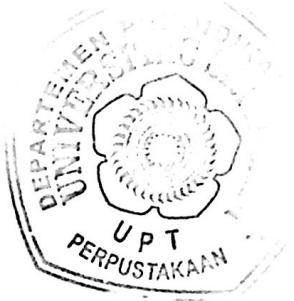
Lampiran 1	Perhitungan Persentase Berat Sampel Yang Hilang .....	38
Lampiran 2	Data XRD Cangkang Telur Murni.....	40
Lampiran 3	Data XRD Cangkang Telur Hasil Pembakaran pada Suhu 600°C .....	42
Lampiran 4	Data XRD Cangkang Telur Hasil Pembakaran pada Suhu 700°C .....	44
Lampiran 5	Data XRD Cangkang Telur Hasil Pembakaran pada Suhu 800°C .....	46
Lampiran 6	Data XRD Cangkang Telur Hasil Pembakaran pada Suhu 900°C .....	48
Lampiran 7	Data XRD Cangkang Telur Hasil Pembakaran pada Suhu 1000°C .....	50
Lampiran 8	Multiplot Difraktogram XRD Cangkang Telur dengan Pembakaran pada Berbagai Suhu.....	52
Lampiran 9	Spektra FTIR Katalis Basa Hasil Preparasi dari Cangkang Telur pada Suhu Pembakaran 900°C .....	54
Lampiran 10	Data SAA BET Sorption dari Oksida Logam CaO dari Cangkang Telur Hasil Preparasi pada Suhu Pembakaran 900°C .....	55
Lampiran 11	Gambar Alat dan Bahan Penelitian.....	61

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Jenis-jenis kurva isoterm adsorpsi .....	18
Gambar 2 Serbuk Cangkang Telur Sebelum Pembakaran (a) dan Serbuk Cangkang Telur Hasil Pembakaran dengan Berbagai Variasi Suhu (b).....	22
Gambar 3 Difraktogram XRD Serbuk Cangkang Telur Ayam .....	23
Gambar 4 Difraktogram XRD Cangkang Telur Ayam Hasil Pembakaran dengan Berbagai Variasi Suhu .....	24
Gambar 5 Spektra FTIR Untuk Oksida Logam CaO Hasil Preparasi pada Rentang Bilangan Gelombang 300-4000 cm <sup>-1</sup> .....	28
Gambar 6 Spektra FTIR Untuk Oksida Logam CaO Hasil Preparasi pada Rentang Bilangan Gelombang 300-1000 cm <sup>-1</sup> .....	28
Gambar 7 Grafik Isoterm Adsorpsi Desorpsi Oksida Logam CaO Hasil Preparasi pada Suhu 900°C.....	30
Gambar 8 Distribusi Pori pada Sampel CaO Hasil Preparasi pada Suhu 900°C .....	32

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Berat Sampel Sebelum dan Sesudah Pembakaran dengan Berbagai Variasi Suhu.....	24
Tabel 2 Nilai $2\Theta$ Senyawa CaO, CaCO <sub>3</sub> , Ca(OH <sub>2</sub> ) (JCPDS) .....	26
Tabel 3 Nilai $2\Theta$ Oksida Logam CaO Hasil Pembakaran Cangkang Telur ayam dengan Berbagai Suhu.....	26
Tabel 4 Data Hasil Serapan Gas N <sub>2</sub> Pada Sampel Oksida Logam CaO Hasil Preparasi.....	32



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan katalis dalam suatu reaksi hingga kini masih terus dikembangkan. Katalis dikenal ada katalis asam dan ada katalis basa. Katalis basa diketahui bekerja lebih cepat dibandingkan katalis asam (Zabeti et al., 2009). Oleh karena itu penggunaan katalis basa lebih disukai. Berdasarkan sifatnya katalis ada yang bersifat homogen dan ada yang bersifat heterogen. Katalis heterogen lebih menguntungkan dibandingkan katalis homogen karena katalis ini dapat digunakan kembali setelah reaksi pertama selesai. Hal ini dikarenakan katalis heterogen memiliki fase yang berbeda dari substratnya sehingga mudah untuk dipisahkan kembali (Guan et al., 2009).

Salah satu katalis basa yang sering digunakan dalam reaksi adalah katalis oksida logam seperti CaO, MgO maupun golongan oksida logam alkali lainnya (Serio et al., 2008). Katalis basa dari golongan oksida logam ini memiliki sistem heterogen sehingga dapat digunakan kembali. Namun, katalis dari oksida logam ini lebih mahal dibandingkan katalis hidroksida logam seperti NaOH. Meninjau persolan efisiensi katalis dan dari aspek ekonomis, maka diperlukan katalis basa sistem heterogen yang berasal dari alam dengan harga yang relatif lebih murah.

Cangkang telur merupakan limbah rumah tangga yang pemanfaatannya hingga saat ini masih relatif sedikit, diantaranya digunakan sebagai bahan karya seni atau kerajinan. Cangkang telur diketahui mengandung kalsium karbonat

(94%), kalsium fosfat (1%), senyawa organik (4%), dan magnesium karbonat (1%) (Wang et al., 2004). Tingginya kadar kalsium dalam cangkang telur ini dapat dimanfaatkan menjadi katalis CaO. Kalsium karbonat dapat diubah menjadi CaO dengan proses pembakaran pada suhu 800°C selama 2 jam (Wei et al., 2009), dimana reaksi yang berlangsung merupakan reaksi eksoterm.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pemakaian katalis yang terus berkembang menuntut adanya sumber katalis yang didapatkan dengan biaya yang relatif lebih murah. Salah satu kandidat yang potensial sebagai oksida logam CaO yakni cangkang telur karena cangkang telur memiliki kandungan kalsium karbonat yang tinggi dan dapat diubah menjadi kalsium oksida sebagai oksida logam CaO dengan sifat heterogen yang dapat dimanfaatkan sebagai katalis.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Preparasi oksida logam CaO dari cangkang telur dan karakterisasinya menggunakan difraktometer XRD.
2. Karakterisasi CaO hasil preparasi menggunakan *Spektrofotometer FT-IR* dan BET *sorption*.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Memberikan informasi tentang sumber oksida logam CaO yang berasal dari limbah dan preparasinya serta memberikan informasi tentang karakter oksida logam CaO yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2008). *Teknik Pemeriksaan Material Menggunakan XRF, XRD dan SEM-EDS*. Posted by labinfo, 14 Mei 2008
- Boey, P.-L., Maniam, G.P., Hamid, S.A. (2009). Biodiesel Production Via Transesterification of Palm Olein Using Waste Mud Crab (*Scylla Serrata*) Shell as a Heterogeneous Catalyst, *Bioresource Technology* 100, 6362–6368.
- Ditjen POM. (1995). *Farmakope Indonesia*. Edisi Ke IV. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Hal. 159, 1061, 1133, 1137, 1165.
- Fessenden, J. Ralp., Fessenden, S. Joan. (1986). *Kimia Organik*. Erlangga : Jakarta.
- Guan, Guoqing, Kusakabe, Katsuki, dan Yamasaki, Satoko, (2004), TriPotassium Phosphate as A Solid Catalyst for Biodiesel Production from Waste Cooking Oil, *Fuel Processing Technology*, Vol. 90, Hal. 520–524.
- Haryono, Didied. *Diktat kuliah pirometalurgi*. FT UNTIR, 2007.
- Hendra, Ryan. (2006). *Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batu Bara Indonesia Dengan Metode Aktivasi Fisika Disertai Dengan Uji Laju Penyerapannya*. Depok : departemen FT-UI, 2008.
- Lee.D.W.,Park.Y.M.,Lee.K.Y. (2009). Heterogeneus Base Catalysts for Transesterification in Biodiesel Synthesis, *Catalyst survey Asia*, 3, 63-77.
- Leofanti, G., Tozzola, G., Padovan, M., Petrini, G., Bordiga, S. and Zecchina, A. (1997). *Catal today*. Volume 34:307-327.
- Leung, D.Y.C., Wu, Xuan., Leung, M.K.H.(2010). A Review on Biodiesel Production Using Catalyzed Transesterification. *Applied Energy* 87: 1083 1095
- M.A. Legodi, D. de Waal, J.H. Potgieter, and S.S. Potgieter. (2001). Rapid Determination of CaCO<sub>3</sub> in Mixtures Utilizing FTIR Spectroscopy, *Mineral Engineering* Vol. 14, No. 9, pp. 1107-1111.
- M. Gonzalez, E. Hernandez, J. A. Ascencio, F. Pacheco, S. Pacheco, and R. Rodriguez. (2003). Hydroxyapatite Crystals Grown on a

Cellulose Matrix Using Titanium Alkoxide as a Coupling Agent,  
*Journal of Materials Chemistry*, Vol. 13, pp. 2948-2951.

Marsh, Harry and Francisco Rodriguez-Reinoso. (2006). *Activated Carbon*, Elsivier ltd, oxford UK

Nakatani. N., Takamori.H., Takeda.K., Sukugawa.H. (2009). Transesterification of soybean Oil Using Combusted Oyster Shell Waste as a Catalyst. *Bioresource Technology*, 100.1510-1513.

Nasution, E.Z. & Bulan, R., (1997). *Kemungkinan Pemanfaatan Daun Petai Cina, Ampas Daging Kelapa Sawit, Tongkol Jagung dan Kulit Telur sebagai Tambahan Ransum Ayam*. Skripsi Jurusan Biologi FMIPA USU Medan. Hal. 20-21.

Panda, P.C. (1995). *Text Book on Egg and Poultry Technology*. Delhi: Vikas Publishing House PVT LTD. Pages. 11, 13, 16.

Serio, M., Tesser, R., Pengmei, L., Santacesaria, E.(2008). Heterogeneous Catalyst For Biodiesel Production. *Energy Fuels* 22, 207-217.

Viriya-empikul.N., Krasae. P., Puttasawat.B., Yoosuk.B., Chollacoop.N., Faungnawakij.K.(2010). Waste Shell of Mollusk and Egg As Biodiesel Production Catalyst. *Bioresource Technology*. 101. 3765-3767.

Wang, Pie-Yi., 2004. *Method Of Producing Eggshell Powder*.  
<http://www.wipo.int/pctdb/images1/patentscope/41/0b/b/000b.pdf> di akses tanggal 9 mei 2012.

Wei, Z., Xu, C., Li, B.(2009). Application of Waste Eggshell as Low-Cost Solid Catalyst for Biodiesel Production. *Bioresour Technol.* 100, 2883

Zabeti, M., Wan Daud, W.M.A., Aroua, M.K.(2009). Activity of Solid Catalysts For Biodiesel Production: A Review. *Fuel Process. Technol.* 90, 770-777

([http://file.upi.edu/direktori/dual\\_modes/konsepdasarkimiauntukpgsd/bbm6.pdf](http://file.upi.edu/direktori/dual_modes/konsepdasarkimiauntukpgsd/bbm6.pdf) diakses pada 8 Juni 2012).

(<http://id.wikipedia.org/wiki/katalis>, diakses tanggal 25 Maret 2012).

([http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometer\\_Inframerah\\_Transformasi\\_fourier](http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometer_Inframerah_Transformasi_fourier), diakses tanggal 12 mei 2012).

([http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia-kesehatan/unsur-dan-senyawa/senyawa-di-alam/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-kesehatan/unsur-dan-senyawa/senyawa-di-alam/) di akses pada 8 Juni 2012).

(<http://www.scribd.com/doc/37083474/Bab-12-Katalis-Heterogen>, di akses pada 7 Juni 2012)