

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES TERHADAP PRODUK  
CRACKING MINYAK BIJI JARAK (*Jatropha curcas L*) MENGGUNAKAN  
KATALIS  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ -MONMORILONIT TERPILAR  $\text{ZrO}_2$**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**Oleh :**

**AAN PD**

**08071003040**

**JURUSAN KIMIA**

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

**2012**

R.24470/25020

S  
SYI. 895 07

AAN

P

2072

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES TERHADAP PRODUK  
CRACKING MINYAK BIJI JARAK (*jatropha curcas L*) MENGGUNAKAN  
KATALIS Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-MONMORILONIT TERPILAR ZrO<sub>2</sub>**



**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**Oleh :**

**AAN PD**

**08071003040**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2012**

## **HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI**

Judul Skripsi : Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Produk *Cracking*  
Minyak biji jarak (*jatropha curcas L*) Menggunakan  
Katalis Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Monmorilonit Terpilar ZrO<sub>2</sub>

Nama Mahasiswa : Aan PD

NIM : 08071003040

Jurusan : Kimia

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 10 Januari 2013

Indralaya, Januari 2013

Pembimbing:

1. Hasanudin, S.Si. M.Si



2. Addy Rachmat, S.Si. M.Si



## **HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

Judul Skripsi : Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Produk *Cracking* Minyak biji jarak (*jatropha curcas L*) Menggunakan Katalis  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ -Monmorilonit Terpilar  $\text{ZrO}_2$

Nama Mahasiswa : Aan PD

NIM : 08071003040

Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Januari 2013 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang dan skripsi.

Indralaya, Januari 2013

Ketua :

1. Hasanudin, M.Si

Anggota :

2. Addy Rachmat, M.Si

3. Aldes Lesbani, Ph.D

4. Fahma Riyanti, M.Si

5. Dr. Miksusanti, M.Si



## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Aan PD  
NIM : 08071003040  
Fakultas/Jurusan : MIPA/KIMIA

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (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, Januari 2013

Penulis,



Aan PD

NIM. 08071003040

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa : Aan PD  
NIM : 08071003040  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Produk Cracking Minyak biji jarak ( *jatropha curcas L* ) Menggunakan Katalis Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Monmorilonit Terpilar ZrO<sub>2</sub>”**. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Januari 2013  
Yang menyatakan,



Aan PD  
NIM. 08071003040

Hidup adalah KESALAHAN kompleks yang menutupi kebenaran jauh dalam diri manusia, maka yang harus dilakukan adalah terus berjuang menjadi lebih baik hari demi hari untuk mengurai kesalahan tersebut baik dengan cara fisika, kimia maupun biologi. Hingga di akhir cerita hidup, kesalahan hanyalah satu unit atom tunggal yang tidak mungkin terbagi lagi, karena sempurna hanyalah milik ALLAH

Jika:

$$W = F \times S$$

Bukan:

$$W = F \times \text{Keringat(L)} \times \text{Darah(L)} \times \text{Air mata(L)} \times \text{Waktu(s)}$$

Maka:

Satu hal yang tidak perlu ada dalam setiap kerja kebaikan adalah MENJELASKANYA.

Walau tak tepat waktu biarku persembahkan cerita ini untuk sebuah rindu yang tertahan oleh waktu yang tak bisa kuhalangi. Rindu akan suatu tempat dimana tak akan pernah ada satu tempatpun yang seperti itu  
:: Rumah

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul **“Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Produk Cracking Minyak biji jarak (*jatropha curcas L*) Menggunakan Katalis Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Monmorilonit Terpilar ZrO<sub>2</sub>”** dapat terselesaikan yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selama penelitian, penulisan dan akhirnya terselesaikan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Hasanudin, M.Si selaku pembimbing pertama dan Bapak Addy Rachmat, M.Si selaku pembimbing kedua yang telah memberikan pengarahan dan bimbingannya dari awal penelitian hingga penulisan skripsi ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

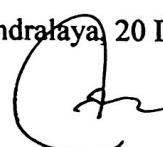
1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Miksusanti selaku pembimbing akademik untuk semua saran, masukan khususnya dalam penyelesaian skripsi ini sedikit banyak memberi keyakinan bahwa saya mampu menyelesaikannya dan seluruh staf

dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI yang telah banyak membantu penulis.

4. Amak dan Apak tercinta untuk telpon yang sering tak ku angkat dan lebaran yang tampa diriku selama penyelesaian skripsi ini.
5. Da Bet, Kak Wati, Hamzah dan Khalid.
6. Untuk semua yang telah membantu menggenapkan menjadi sejuta rasa yang telah tercipta selama penulisan: Didi, Pras, Hendra, Faisal, Abang, Yoka, Yuda, Erwin, Kak Ya, Om Ridho, Opung, Velan, Linggar, Uyun, Dwi, Iyah, yuk riza, Bu Ferlina, Pak Heri, bu Muharni dan semua yang ikut membantu baik sengaja ataupun tidak bermaksud.

Terimakasih untuk semua rasa dan cerita yang telah kalian goreskan dalam skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penyajian skripsi ini masih banyak kekurangan. Karena sempurna itu tidak akan pernah ada seperti juga gas ideal. Oleh sebab itu dibutuhkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini lebih sempurna dan bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 20 Desember 2012



Penulis

**EFFECT OF TEMPERATURE ON JATROPHA OIL(*jatropha curcas L*)  
CRACKING PRODUCT USING Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-MONTMORILLONIT PILLARED  
ZrO<sub>2</sub>CATALYST**

**by :**

**AAN PD  
08071003040**

**ABSTRACT**

A research on the effect of temperature on jatropha oil cracking product using Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Montmorillonit pillared ZrO<sub>2</sub> catalyst has been performed. Jatropha oil cracking process performed on temperature conditions 425, 450, 475, 500, 525°C. Product analysis include the percent conversion, the percentage distribution of the product and percent product yield of gasoline, kerosene and diesel. The results showed the best product at a temperature of 525°C is achieved with 21.82% conversion rate, 5.27% of oil products, polar product 2.27%, 12.61% gaseous products and coke 1.66%, percent yield of gasoline products by 2.96% followed by 1.50% fraction of kerosene and diesel 0.78%.

**Keywords:** Cracking, temperature, catalyst, castor oil

8

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES TERHADAP PRODUK  
CRACKING MINYAK BIJI JARAK (*jatropha curcas L*) MENGGUNAKAN  
KATALIS Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-MONMORILONIT TERPILAR ZrO<sub>2</sub>**

**AAN PD  
08071003040**

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh temperatur terhadap produk *cracking* minyak biji jarak dengan katalis Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Monmorilonit Terpilar ZrO<sub>2</sub>. Proses *cracking* minyak biji jarak dilakukan pada kondisi temperatur 425, 450, 475, 500, 525°C. Analisa produk meliputi persen konversi, persentase distribusi produk dan persen *yield* bensin, minyak tanah dan solar (dalam gram/gram). Hasil penelitian menunjukkan produk terbaik dalam penelitian ini dicapai pada temperatur 525°C dengan angka konversi 21,82 %, produk minyak 5,27 %, produk polar (zat yang larut dalam air) 2,27 %, produk gas 12,61 %, dan *coke* 1,66 %; dengan persen *yield* bensin sebesar 2,96 %; minyak tanah 1,50 %; dan solar 0,78 %.

Kata kunci: *Cracking*, temperatur, katalis, minyak jarak

**DAFTAR ISI**



	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Jarak Pagar .....	5
2.1.1. Klasifikasi Jarak Pagar .....	6
2.1.2. Minyak Biji Jarak .....	7
2.2. Cracking Katalitik .....	8
2.3. Katalis .....	9
2.3.1. Katalis Heterogen.....	11
2.3.3. Cara kerja Katalis .....	13
2.4. Logam Niobium .....	14

2.5. Logam Zirkonium.....	15
2.6. Monmorilonit .....	16
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	20
3.1. Alat dan Bahan.....	20
3.2.1. Alat .....	20
3.2.2. Bahan.....	20
3.3. Prosedur Penelitian .....	21
3.3.1. <i>Cracking</i> Minyak Biji Jarak Pagar Dengan Katalis Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -montmorillonit terpilar ZrO <sub>2</sub> .....	21
3.3.2. Destilasi Produk <i>Cracking</i> Minyak Biji Jarak Pagar.....	21
3.3.3 . Pemisahan Produk Polar dan Nonpolar .....	21
3.3.4. Analisa Hasil Destilasi Produk Minyak.....	22
3.4. Proses Perhitungan .....	22
3.4.1. Perhitungan Persentase Produk Minyak dan Polar .....	22
3.4.2. Perhitungan Persentase Coke .....	22
3.4.3. Perhitungan Persentase Gas .....	23
3.4.6. Perhitungan Persen Konversi dan Persen Yield Produk....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>24</b>
4.1. Pengaruh Temperatur Terhadap Distribusi Produk <i>cracking</i> Minyak Biji Jarak Pagar .....	24
4.2. Pengaruh Temperatur Terhadap Persen konversi <i>Cracking</i> Minyak Biji Jarak Pagar.....	28
4.3. Pengaruh Temperatur Terhadap Persen Yield Produk <i>Cracking</i> Minyak Biji Jarak Pagar Fraksi Bensin, Minyak tanah dan Solar.....	30
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>32</b>
5.1. Kesimpulan.....	32
5.2. Saran.....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>37</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Minyak jarak <i>curcas oil</i> ekstraksi.....	7
Tabel 2. Karakteristik katalis heterogen dan homogen.....	12
Tabel 3. Data produk <i>cracking</i> .....	43
Tabel 4. konsentrasi Bensin, Minyak Tanah dan Solar hasil analisa GC.....	44

## **DAFTAR GAMBAR**

Halaman

Gambar 1.	Hubungan temperatur dengan persentase produk minyak.....	25
Gambar 2.	Hubungan temperatur dengan persentase produk polar (air).....	26
Gambar 3.	Hubungan temperatur dengan persentase Coke.....	27
Gambar 4.	Hubungan temperatur dengan persentase gas.....	28
Gambar 5.	Pengaruh temperatur terhadap persen konversi.....	29
Gambar 6.	Pengaruh variasi temperatur terhadap konsentrasi produk bensin,minyak tanah dan solar hasil analisa GC...	30
Gambar 7.	Pengaruh variasi temperatur terhadap persen <i>yield</i> produk bensin,minyak tanah dan solar.....	31

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Gambar Alat <i>cracking</i> .....	37
Lampiran 2. Gambar Produk <i>cracking</i> Variasi Temperatur.....	38
Lampiran 3. Perhitungan Persentase produk minyak.....	39
Lampiran 4. Perhitungan Persentase produk polar.....	40
Lampiran 5. Perhitungan Persentase Produk Gas <i>Cracking</i> .....	41
Lampiran 6. Perhitungan Persentase <i>Coke Cracking</i> .....	42
Lampiran 7. Perhitungan persen konversi .....	43
Lampiran 8. Perhitungan persen Yield produk Bensin, Minyak Tanah dan Solar .....	44
Lampiran 9. Hasil analisa GC.....	46



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Minyak nabati adalah minyak yang berasal dari tumbuhan dan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi. Minyak nabati sumbernya lebih banyak, dapat diperbaharui dan ramah lingkungan (Faraugh *et al.*, 2003). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh BPPT sumber bahan bakar nabati yang ada di Indonesia mencakup 30 jenis tanaman. Di antara 30 jenis tanaman tersebut yang paling memungkinkan di pakai sebagai sumber bahan bakar nabati ada dua jenis tanaman yaitu kelapa sawit (*Palm Oil*) dan jarak pagar (*Curcas Jatropa*). Keduanya layak dikembangkan ditinjau berdasarkan aspek teknis dan aspek ekonomi. Minyak biji jarak merupakan salah satu prospek yang dapat dikembangkan untuk produksi sumber bahan bakar alternatif sebagai pengganti BBM (Faradisa *et al.*, 2009).

Penelitian menunjukkan bahwa minyak nabati dapat dikonversi menjadi bahan bakar nabati melalui proses *cracking* menggunakan katalis. Proses *cracking* ini dilakukan untuk memecah minyak nabati menjadi molekul yang lebih sederhana (Demirbas and Kara. 2006).

*Cracking* katalitik merupakan suatu cara untuk memecahkan rantai karbon yang cukup panjang, menjadi suatu molekul dengan rantai karbon yang lebih sederhana, dengan bantuan katalis. Katalis adalah zat yang dapat mempercepat reaksi kimia, dengan cara menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi berlangsung pada suhu dan tekanan yang lebih rendah. Beberapa penelitian telah

dilakukan untuk proses *cracking* minyak nabati dengan berbagai macam katalis dan menghasilkan berbagai jenis biofuel. Komposisi biofuel ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya waktu reaksi, suhu reaksi, laju alir umpan dan katalis.

Katalis umumnya dipilih dari logam transisi yang memiliki orbital d yang belum penuh. Logam yang orbital d-nya belum penuh mampu menyediakan tempat untuk terjadinya ikatan transisi dengan reaktan yang akan dikatalisis reaksinya. Logam Nb telah diteliti penggunaannya sebagai katalis alkilasi, hidrogenolisis dan *cracking* butan (Tiu, 2001) *cracking* dan dekomposisi kumene, etilbenzen dan toluene (Hino, 2006). Oksida logam seperti  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  mampu meningkatkan keasaman  $\text{ZrO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang disumbang oleh situs asam Brönsted dari  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . Logam Zr juga telah diteliti sebagai katalis *cracking* kumene (Garg, 2009). Hasil-hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa logam Nb dan Zr dapat digunakan sebagai katalis reaksi *cracking* karena mempunyai sifat asam.

Hasanudin (2011) telah melakukan *cracking* minyak jarak dengan katalis  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ -Montmorillonit Terpilar  $\text{ZrO}_2$  pada temperatur 500°C. Proses *cracking* menghasilkan produk organik cair (OLP), fraksi bensin, gas, coke dan air. Temperatur merupakan variabel penting dalam proses *cracking* minyak jarak karena proses *cracking* rantai karbon hanya dapat berlangsung pada temperatur tinggi. Tingginya temperatur akan mengubah struktur minyak biji jarak menjadi rantai hidrokarbon yang lebih pendek. Dengan bantuan katalis, temperatur *cracking* dapat dikurangi. Mayoritas temperatur *cracking* biofuel dengan bantuan katalis terjadi antara 455-540°C (Speight, 2011).

Berdasarkan penjelasan di atas dilakukan penelitian mengenai pengaruh temperatur *cracking* minyak biji jarak dengan bantuan katalis Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Montmorillonit Terpilar ZrO<sub>2</sub> terhadap produk yang dihasilkan. Variasi temperatur dilakukan untuk mendapatkan suhu optimum proses *cracking* katalitik dengan mengukur kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Temperatur merupakan faktor utama dalam proses *Cracking*. Temperatur yang tinggi dapat memecah struktur minyak nabati yang memiliki viskositas dan densitas tinggi. Variasi temperatur diperlukan untuk mendapatkan suhu optimum dalam proses *cracking* dengan bantuan katalis. Temperatur optimum dalam proses *cracking* akan ditentukan berdasarkan persen konversi produk minyak yang dihasilkan.

## 1.3.Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan temperatur optimum *cracking* minyak biji jarak menggunakan katalis Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-montmorillonit terpilar ZrO<sub>2</sub> dilihat dari persen konversi, persentase minyak, produk polar, coke dan gas hasil *cracking*
2. Menentukan persen *yield* berdasarkan distribusi produk minyak yang dihasilkan dan membandingkan dengan bensin,minyak tanah dan solar.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pengaruh temperatur dalam proses *Cracking* minyak biji jarak pagar dan memanfaatkan lebih lanjut untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1996, *Metode Kerja ASTM/IP*, Laboratorium Pendidikan dan Pengembangan, Pertamina daerah Sumbagsel.
- Behera, S. K., Srivastava, P., Tripathi, R., Singh, J. P., and Singh, N., 2009, Evaluation of Plant Performance of Jatropha Curcas L. Under Different Agro-Practices for Optimizing Biomass – A Case Study, *Biomass and Bioenergy*, 34 : 30-41.
- Demirbas, A., Kara, H. (2006). *New options for conversion of vegetable oils to alternative fuels Energy Sources*. Part A. New York. W.H. Freeman.
- Faradisa, R., Rozi, N. F., dan Subkhi, W. B., 2009, *Mengembangkan Pemanfaatan Tanaman Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Alternatif Selain BBM Untuk Produksi Listrik Negara*, Artikel, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Farouq A.A. Twaiq., Mohamad, A.R., and Bhatia, S., 2003, *Performance of Composite Catalysts in Palm Oil Cracking for the Production of Liquid Fuels and Chemicals*, School of Chemical Engineering, University Sains Malaysia, Engineering Campus, Nibong Tebal, SPS, P. Pinang, Malaysia.
- Garg, S., Kapil, S., Muthu, K., Bal, R., Marek, K.G., Gupta, J.K., & Murali Dhar, 2009, Acidity and catalytic activities of sulfated zirconia inside SBA-15, *Catalysis Today*, 141, 125-159.
- Hambali, E., dkk., 2006, *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Harahap, H., 2008, *Optimasi Transesterifikasi Refinery Bleached Deodorized Palm Oil Menjadi Metil Ester Menggunakan Katalis Lithium Hidroksida*, Tesis USU, Medan.
- Hasanudin., & Novia. (2011). *Cracking Minyak Biji Jarak Pagar untuk Menghasilkan Bahan Bakar Biopremium Pengganti Minyak Bumi dengan Menggunakan Katalis Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Monmorilonit Terpilar ZrO<sub>2</sub>*. Universitas Sriwijaya. Lembaga Penelitian.
- Hegedus, L.L., 1987, *Catalyst Design Progress and Perspective*, John Willey & Sons Inc., New York..
- Hino. M., Mitsuhiro, K., Hiromi, M., Kazushi, A., 2006, A solid acid of tungstaniobia more active than aluminosilicates for decompositions of cumene, ethylbenzene, and toluene, *Applied Catalysis A: General*, 310, 190-193.

Jefferson S. de Oliveira. (2007). *Characteristics and Composition of Jatropha Gossypiifolia and Jatropha Curcas L. Oils and Application for Biodiesel Production*, Cidade Universitaria, Maceio-AL, Brazil.

Kim H. Tan, 1982, *Dasar-Dasar Kimia Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Kumar, 1995. Evolution of Porosity and Surface Acidity in Montmorillonite Clay on Acid Activation. *ind. Eng. Chem. Res.*, 34:1440-1448.

Maes, N., and Vansant, E.F., 1995, Study of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-pillared clays synthesized using the trinuclear Fe(III)-acetato complex as pillaring precursor, *Microporous Materials*, 4 : 43-51.

Maes, W. H., Trabucco, A., Achten, W. M. J., and Muys, B., 2009, Climatic Growing Conditions of Jatropha Curcas L., *Biomass and Bioenergy*, 33 : 1481-1485.

Masuda, T., Y. Kondo, M. Miwa, T. Shimotori, S. R. Mukai, K. Hashimoto, M. Takano, S. Kawasaki, S. Yoshida., 2001., Recovery of useful hydrocarbons from oil palm waste using ZrO<sub>2</sub> supporting FeOOH catalyst, *Chem. Eng. Sci.*, 56, 897-904.

Millan, M., 2005, *Pillared Clays as Catalyst for Hidrocracking of Heavy Liquid Fuels*, Department of Chemical Engineering and Chemical Technology Imperial Colledge, The University of Birmingham, London : 205-214.

Nasution, Z., 2005, *Proses Pembuatan Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar Alternatif*, Laporan Penelitian, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Ooi, Y.S., & Bhatia, S., 2007, Aluminium-Containing SBA-15 as Cracking Catalyst for The Production of Biofuel from Waste Used Palm Oil, *Microporous and Mesoporous Materials*, 102, 310-317.

Park, S.H., 1997, *The Computational Study of Model Pollutants in Clays Montmorillonite*, Dissertation, The Faculty of the Graduate School in Candidacy of Doctor of Philosophy, Department of Chemistry, Loyola University Chicago, Chicago.

Prana, M. S., 2006, *Budi Daya Jarak Pagar Sumber Biodisel*, LIPI, Jakarta.

Satterfield, 1985, *Heterogeneous Catalysis in Practice*, Mc. Graw Hill Chemical Engineering Series, Mc Graw Book Company, New York..

Speight, James G. *The Biofuel Handbook*.RSC Publishing. Tersedia pada <http://books.google.co.id>. Diakses pada tanggal 4 juni 2012.

Sukardjo, 1985, *Kimia Koordinasi*, PT. Bina Aksara, Jakarta.

Sulaiman, W., 2006, *Pengaruh katalis Ni-Monmorilonit Tepilar  $AL_2O_3$  dan Kondisi Hidrocracking Terhadap Densitas dan Viskositas Produk Hidrocracking Lumpur Minyak Bumi*, Skripsi Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Syahputri, Y., 2010, *Pengaruh Variasi Temperatur Hidrocracking Terhadap Sifat Fisika Produk Hidrocracking Minyak Jarak Pagar Dengan Katalis Mo-Zeolit Alam Aktif*, FMIPA UNSRI, Indralaya.

Tiu, F., V. Părvulescu, P. Grange, V.I. Părvulescu, 2001, Effect of hydrogen spillover in hydrogenolysis and cracking of butane on Co-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-silica catalysts *Studies in Surface Science and Catalysis*, 138, 251-258.

Trisunaryanti, W., 2001, Selectivity of An Active Zeolite in Catalytic Conversion Process of Bangkirai, Kruing and Kamper Woods Biofuel to Gasoline Fraction, *Indonesian Journal of Chemistry*, Vol. 1, No. 1.

Trisunaryanti, W., 2002, Optimisation of Time and Catalyst/feed Ratio in Catalytic Cracking of Waste Plastic Fraction to Gasoline Fraction Using Cr/Natural Zeolite Catalyst, *Indonesian Journal of Chemistry*, 1 : 35-42.

Twaiq, F.A., Zabidi, N.A., Mohamed, A.R., and Bhatia, S., (2003), Catalytic Conversion of Palm Oil over Mesoporous Aluminosilicate MCM-41 for the Production of Liquid Hydrocarbon Fuels, *Fuel Processing Technology*, vol 84, pp.105-120.

Vennard, J.K. & Robert L. S., 1975, *Elementary Fluid Mechanics*, Edisi V, John Wiley & Sons Inc, New York.

Vogel, 1985, *Analisa Anorganik Kualitatif*, Edisi V, PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta.

Witanto, E, dkk., 2010, *Preparasi Dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif*, FMIPA UGM, Yogyakarta.

Widayat (2005), Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel dengan Proses Perengkahan Berkatalis Zeolit dan Bahan Baku Minyak Goreng Berbahan Dasar Crude Palm Oil, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Wijanarko, A., Mawardi, D. A., dan Nasikin, M., 2006, Produksi Biogasoline Dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik  $\gamma$ -Alumina, *MAKARA, Teknologi*, 10 (2) : 51-60.

.Wikipedia (2008). Tersedia pada (<http://id.wikipedia.org/wiki/Zirkonium>).  
Diakses pada 26 Maret 2012.

Yang, R.T., 1999, *Structural Aspects of Metal Oxide Pillared Sheet Silicates*, J. Chem. Soc. Faraday Trans.