

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN PERSENTASE METANOL  
TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL  
DARI MINYAK BIJI KEPAYANG (*Pangium edule*, REINW)**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**Oleh :**

**WIWIN WELIDIA**

**09053130049**

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

**2010**

665.776 07  
Wel  
P  
C-101741  
2010

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN PERSENTASE METANOL  
TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL  
DARI MINYAK BIJI KEPAYANG (*Pangium edule*, REINW.)**



**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**Oleh :**

**WIWIN WELIDIA**

**09053130049**

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

**2010**

**Lembar Pengesahan**

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN PERSENTASE METANOL  
TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL  
DARI MINYAK BIJI KEPAYANG (*Pangium edule*, REINW)**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

**Oleh :**

**WIWIN WELIDIA  
09053130049**

**Pembimbing Pembantu**

**Fahma Riyanti, M.Si  
NIP. 19720408 200003 2 001**

**Inderalaya, Juli 2010**

**Pembimbing Utama**

**Dra. Poedji Loekitowati, M.Si  
NIP. 19680827 199402 2 001**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia**



**Dra. Fatma, M.S  
NIP. 19620713 199102 2 001**

## Motto dan persembahan

Luangkanlah waktu untuk berdo'a  
karena do'a adalah kekuatan terbesar di dunia bumi

Apapun yang mendimpamu, baik atau buruk. Pasti  
selalu ada hikmahnya.  
Semua itu adalah arena pembelajaran yang akan  
Mengajarmu untuk menjadi lebih tangguh dalam  
Menjalani kehidupan...

*Sesungguhnya semuanya urusan apabila Allah menghendaki  
segala sesuatunya, Allah hanya berkehendak jadilah, maka jadilah.  
(yasin, 81 - 82)*

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

- o Allah SWT
- o Ayah dan ibuku tercinta
- o Ayuk, abang, kakak, dan keponakan  
ku yang
- o Banyak orang-orang terkasih yang selalu  
aku sayangi
- o Teman-teman angkatan '05
- o Almamsterku

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Dan Persentase Metanol Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Kepayang (*Pangium edule*, REINW)” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selama penelitian hingga dapat diselesaikan penulisan tugas akhir ini telah banyak mendapat bantuan baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih terutama kepada ayah dan ibu, atas untaian do'a yang selalu mengiringi langkah ananda, ayuk, kakak, abang dan keponakan yang telah memberi dukungan, serta ibu Dra. Poedji Loekitowati, M.Si selaku pembimbing utama dan ibu Fahma Riyanti, M.Si selaku pembimbing pembantu yang telah membimbing, memberi petunjuk dan saran serta nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Dan tak lupa, penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pihak Pertamina Plaju Palembang yang telah mengizinkan untuk ananda menganalisa hasil penelitian.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Fatma. MS. Selaku ketua jurusan kimia
2. Ibu Dra. Setiawati Yusuf, M.Si selaku pembimbing akademik

3. Bapak Dedi Riswanto kepala laboratorium penelitian dan pengembangan Pertamina Plaju Palembang. Beserta stafnya : pak Harto, pak Edi, K'Erwin, K'Wawan, K'Levi dan semuanya yang telah membantu.
4. Staf dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.
5. Ayuk-ayuk analis di Lab Dasar Kimia Analisa, Kimia Organik, Kimia Anorganik, Biokimia atas kerja samanya selama ini.
6. Teman-teman tim penelitian ( Mutia riska dan Supriyanti) yang selalu bersama dalam suka maupun duka.
7. Temanku terdekat ( Rohmawati, Oktarini, Opeti, Lia Safrina) yang selalu membantuku. "Thanks my best friend".
8. Teman-teman satu perjuangan di lab penelitian ( ox'Dila, eva, ynd vipy, vebi, lillet), lab kimia organik ( iwan, rino) dan lab kimia fisika ( mb' catur, y'inge, andri, ikbal) yang telah memberi kebersamaan selama ini.
9. Seluruh temen-teman angkatan 2005 atas dukungan, motivasi dan persahabatan selama ini.
10. Seluruh angkatan 2003, 2004 dan Adik-adik tingkat 2006, 2007, 2008, 2009 atas bantuan dan dukungan selama ini.
11. The last but the most important my lovely u are so special.

Akhir kata penulis membuka diri untuk segala koreksi dan kritik demi perbaikan dan kemajuan kita bersama. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

Indralaya, Mei 2010

Penulis

**THE INFLUENCE OF TEMPERATURE VARIATION AND METHANOL  
PERCENTAGE TO THE CHARACTERISTIC OF BIODIESEL  
FROM KEPAYANG SEED OIL (*Pangium edule*, REINW)**

By :

**WIWIN WELIDIA  
09053130049**

**ABSTRACT**

The research of temperature variation influence and methanol percentage to the characteristic of biodiesel from kepayang seed oil's (*Pangium edule*, REINW) which done by using natrium hidroksida catalyst. Transesterification process of kepayang seed oil's done at temperature 50 °C, 60 °C and 70 °C, and with the percentage of metanol and kepayang seed oil (20% : 80%); (30% : 70%); (40% : 60%); (50% : 50%); and (60% : 40%). The characteristic of methyl ester produced from process transesterification analyzed by measuring viscosity kinematika, specifik gravity, cetane index, destilation, residu carbon, water content, sulfur content, sedimen by extraction, and flash point. The analyse result show that the optimum condition of methyl ester the comparison between methanol and kepayang seed oil (40% : 60%) in amount Of 91.66%. The characteristics show that the comparison of methyl ester (40% : 60%) at 60 °C with 6.087 cSt of viscosity kinematika; 0.8952 g/cm<sup>3</sup> of density; 149 °C of flash point; 42.58 of cetane index; 0.035 % weight carbon residu; 1.053 % weight content of sediment; 21.23 ppm of the sulfur content; and 374.46 ppm of water content.



**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN PERSENTASE METANOL  
TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL  
DARI MINYAK BIJI KEPAYANG (*Pangium edule*, REINW)**

**Oleh :**

**WIWIN WELIDIA  
09053130049**

**ABSTRAK**

Penelitian tentang pengaruh variasi temperatur dan persentase metanol terhadap karakteristik biodiesel dari minyak biji kepayang (*pangium edule*, REINW) telah dilakukan dengan menggunakan katalis natrium hidroksida. Proses tranesterifikasi minyak biji kepayang dilakukan pada temperatur 50 °C, 60 °C dan 70 °C, dengan variasi persentase metanol dan minyak biji kepayang (20% : 80%); (30% : 70%); (40% : 60%); (50% : 50%); dan (60% : 40%). Karakteristik produk metil ester yang dihasilkan dari proses transesterifikasi dianalisa dengan mengukur parameter viskositas, berat jenis, indeks setan, karbon residu, kadar air, kandungan sulfur, kandungan sedimen dan titik nyala. Hasil analisa menunjukkan bahwa kondisi optimum metil ester pada variasi persentase metanol : minyak biji kepayang (40% : 60%) dengan rendemen sebesar 91,66%. Karakteristik metil ester menunjukkan bahwa pada perbandingan (40% : 60%) temperatur 60 °C relatif lebih baik dengan karakteristik sebagai berikut viskositas 6,087 cSt; berat jenis 0,8952 g/cm<sup>3</sup>; titik nyala 149 °C; indeks setana 42,58; residu karbon 0,035 % berat; kandungan sedimen 1,053 % berat; kadar sulfur 21,23 ppm; dan kadar air 374,46 ppm.

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Biji Tanaman Kepayang ( <i>Pangium Edule, Reinw</i> ).....	4
2.2 Ekstraksi minyak Biji Kepayang.....	5
2.3 Biodiesel.....	7
2.4 Proses Pembuatan Biodiesel .....	10
2.5 Parameter Metil Ester (Biodiesel).....	15
2.5.1 Indeks Setana .....	15
2.5.2 Titik Nyala ( <i>Flash Point</i> ) .....	17
2.5.3 Kekentalan ( <i>Viskosity</i> ) .....	17
2.5.4 Kadar Sulfur .....	18
2.5.5 Kandungan Residu Karbon .....	19
2.5.6 Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ) .....	20
2.5.7 Kandungan air .....	21



2.5.8 Kandungan Sedimen .....	21
2.5.9 Distilasi .....	21

### BAB III METODOLOGI PENELITITAN

3.1 Tempat Dan Waktu .....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.3 Prosedur Penelitian .....	22
3.3.1 Pengambilan dan Persiapan Sampel .....	22
3.3.2 Ekstraksi Minyak Biji Kepayang .....	23
3.3.3 Perlakuan pada Minyak Biji Kepayang .....	23
3.3.4 Reaksi Praesterifikasi .....	23
3.3.5 Penentuan Jumlah NaOH dalam Pembuatan Metil Ester..	24
3.3.6 Pembuatan Metil ester dengan katalis NaOH .....	24
3.3.7 Uji Karakteristik Metil Ester.....	24
3.3.7.1 Penentuan Viskositas (ASTM D-445) .....	24
3.3.7.2 Penentuan Berat Jenis (ASTM D-1298) .....	25
3.3.7.3 Penentuan Titik Nyala (ASTM D-56).....	25
3.3.7.4 Penentuan Kandungan Air (ASTM D-95) .....	25
3.3.7.5 Penentuan Residu Karbon (ASTM D-189).....	26
3.3.7.6 Penentuan Kandungan Sedimen(ASTM D-473)	26
3.3.7.7 Penentuan Indek setana (ASTM D-976).....	27
3.3.7.8 Penentuan Kadar Sulfur (ASTM D-1551) .....	27
3.3.7.9 Distilasi (ASTM D-38) .....	27

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Persentase Metanol Terhadap Persentase Produk Metil Ester .....	28
4.2 Penentuan Kualitas Metil Ester Dengan Metode ASTM.....	29
4.2.1 Kinematika Viskositas.....	29
4.2.2 Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ).....	30
4.2.3 Titik Nyala ( <i>Flash Point</i> ).....	31
4.2.4 Kadar Air.....	32

4.2.5 Kandungan Residu Karbon.....	33
4.2.6 Kandungan Sedimen.....	34
4.2.7 Indek setana.....	35
4.2.8 Kadar Sulfur.....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Reaksi esterifikasi asam lemak bebas menjadi metil ester dengan katalis asam .....	10
Gambar 2. Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester dengan katalis basa.....	11
Gambar 3. Hubungan antara persentase metil ester dengan persentase metanol.	28
Gambar 4. Hubungan antara variasi persentase metanol : minyak terhadap kinematika viskositas.....	29
Gambar 5. Hubungan antara variasi persentase metanol : minyak terhadap berat jenis.....	30
Gambar 6. Hubungan antara variasi persentase metanol : minyak terhadap titik nyala.....	31
Gambar 7. Hubungan antara variasi persentase metanol : minyak terhadap kadar air.....	32
Gambar 8. Hubungan antara variasi persentase metanol : minyak terhadap residu karbon.....	33
Gambar 9. Hubungan antara variasi persentase metanol : minyak terhadap kadar sedimen .....	34
Gambar 10.Hubungan antara variasi persentase metanol : minyak terhadap indeks setana.....	35
Gambar 11. Hubungan antara variasi persentase metanol : minyak terhadap kadar sulfur.....	36

## **DAFTAR TABEL**

Halaman

Tabel 1. Komposisi biji kepayang.....	5
Tabel 2. Sifat fisika kimia minyak biji kepayang .....	6

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Halaman

Lampiran 1. Persentase minyak, metil ester dan data kualitas metil ester dari minyak biji kepayang.....	41
Lampiran 2. Syarat mutu Biodiesel.....	43
Lampiran 3. Perhitungan.....	44
Lampiran 4. Gambar Buah dan Biji Kepayang.....	47
Lampiran 5. Gambar minyak dan metil ester dari biji kepayang.....	48
Lampiran 6. Gambar Alat.....	50



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1 Latar belakang

Pengurangan subsidi bahan bakar minyak (BBM) yang dilakukan oleh pemerintah untuk menekan defisit APBN dan menyesuaikan harga BBM dengan harga pasar internasional, secara langsung berakibat harga BBM akan semakin mahal. Bahan bakar minyak yang berbahan baku fosil ini tergolong bahan bakar yang tidak terbarukan (*unrenewable*). Penggunaan BBM yang terus menerus dan cenderung meningkat akibat pertumbuhan penduduk dan industri, sangat potensial menimbulkan krisis energi pada masa yang akan datang. Oleh karena itu, untuk mengatasi persoalan tersebut dan mengurangi ketergantungan pada BBM perlu diadakan diversifikasi energi dengan cara mencari energi alternatif yang terbarukan (*renewable*). Salah satunya adalah energi alternatif yang berasal dari minyak tanaman / tumbuhan (Posman, 2003).

Tanaman kepayang (*Pangium edule Reinw*) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi menghasilkan minyak nabati (Hutchinson dan Lawrence dalam Anonim, 2004). Di Indonesia, minyak dari biji kepayang digunakan masyarakat desa zaman dulu sebagai minyak masak dan bahan bakar (Muji, 2009). Biji buah kepayang mengandung karbohidrat, lemak, dan protein (13,5 % ; 50 % ; 10 %) (Sunanto, 1993).

Metil ester dari minyak nabati dapat digunakan sebagai minyak diesel atau campurannya (Masjuki dan Zaki, 1995). Nag *et all* (1995) telah meneliti metil ester dari minyak biji Putarnjiva roxburghii (Euphorbiaceae) sebagai campuran minyak

diesel. Oleh sebab itu penelitian akan mempelajari potensi metil ester dari minyak biji kepayang dengan variasi temperatur dan persentase metanol melalui proses transesterifikasi. Parameter yang diukur yaitu viskositas, berat jenis, titik nyala, residu karbon, kadar air, kadar sulfur, distilasi, kandungan sedimen, dan indeks setana.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Penelitian terhadap bahan bakar yang bersumber dari bahan yang dapat diperbaharui mempunyai potensi sangat besar. Kajian dan analisa bahan bakar yang dapat diperbaharui diharapkan akan mendapatkan gambaran tentang kelebihan dan kekurangan yang dimiliki biodiesel sehingga akan memberikan kontribusi untuk membantu mengatasi masalah energi di masa-masa yang akan datang. Biji kepayang mempunyai kandungan minyak yang cukup tinggi dan bahan baku yang cukup melimpah tetapi masih kurang pemanfaatannya. Oleh sebab itu penelitian ini akan mempelajari kondisi optimum pembuatan metil ester dari minyak biji kepayang pada temperatur dan persentase metanol : minyak biji kepayang. Karakteristik metil ester yang dihasilkan ditentukan dari nilai berat jenis, viskositas, kandungan air, kandungan sedimen, kadar sulfur, titik nyala, residu karbon, indeks setana, dan distilasi.

### **1.3 Tujuan Khusus Penelitian**

Tujuan khusus penelitian ini adalah:

- a. Menentukan persentase metil ester (Biodiesel) terbanyak dari minyak biji kepayang yang dibuat pada temperatur dan persentase metanol yang bervariasi melalui reaksi transesterifikasi.

- b. Menentukan kualitas metil ester dari minyak biji kepayang dengan metode ASTM. Parameter uji meliputi indeks setana, titik nyala, viskositas, kadar sulfur, residu karbon, berat jenis, kandungan air, kandungan sedimen dan distilasi.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang cara pembuatan metil ester dari minyak biji kepayang, serta memperoleh sumber energi baru biodiesel yang berasal dari minyak biji kepayang yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti solar yang semakin menipis keberadaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamu., O.J., Waheed, M.A. and Jekayinfa,S.O., 2007, *Alkali-Catalysed Production And Testing Of Biodiesel From Nigerian Palm Kernel Oil, Agricultural Engineering International: The CIGR Ejournal. Manuscript Number EE 07 009. Vol.IX.July. 2007*
- Anonim, 1996, *Bahan Bakar Minyak Pertamina*, Edisi Maret, Direktorat Pembekalan dan pemasaran dalam Negeri, Pertamina Plaju
- Anonim, 2002, *Minyak Goreng*, Badan Standarisasi nasional, BSN Jakarta
- Anonim, 2009, *Tanaman Kepayang*, <http://wikipedia.org>.
- Bustaman S., 2009, *Strategi Pengembangan Industri Biodiesel Berbasis Kelapa Di Maluku*, Jurnal Litbang Pertanian, Bogor
- Darmilah., 1989, *Evaluasi Berbagai Pelarut Untuk Mengekstraksi, Makalah Seminar Peranan Kimia Dalam Mengembangkan Agribisnis*, Himpunan Kimia Indonesia, Ujung Pandang
- Elisabeth, J. & Haryati, T., 2001, BiodieselSawit: Bahan Bakar Alternatif Ramah Lingkungan, *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 23 (3)
- Fessenden. Ralp J and Fessenden, Joan S., 2000, *Kimia Organik*, jilid kedua, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta
- Garofalo R., 2004, *Biodiesel di Eropa dan Dunia*, EBB, Jakarta
- <Http://id.Wikipedia.org/wiki/energi>, 2009
- <Http://Pustaka Unpad.ac.id/about/Pengaruh Pra Fermentasi dan Suhu Maserasi Terhadap Beberapa Sifat Fisikokimia Minyak Kasar Kluwek>, 2009
- Hamid T dan Triyanto A., 2003, Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa “Barco” Dengan Variasi Volume Metanol, *Jurnal Teknologi, Edisi No.1, Tahun XVII Universitas Indonesia*, Depok
- Hasibuan, M. R., 2007, *Karakterisasi Campuran Metil Ester Minyak Kelapa dengan Minyak Solar sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel Alternatif*, skripsi, Universitas Sriwijaya
- I W. Suirta., 2009, Preparasi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit, *Jurnal Kimia 1-6 Jurusan Kimia Universitas Udayana*, Bukit Jimbaran.

- Ketaren., 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press Jakarta
- Kirk, R. E. and Othmer, D. F., 1992, *Encyclopedia of Chemical Technology*, The Interscience Encyclopedia Inc. New York
- Mahon, 1992, *Diesel Generator Handbook*, Part of reed International Books, London
- Masjuki H & Zaki AM., 1995, Dynamometer Evaluationand Engine Wear Characteristic of Palm Oil Diesel Emulsion, *Jour. A.O.C.S*, 72 (8), 905-910
- M. Nasikin, E.K. Rani, Seminar Jurusan Gas dan Petrokimia FT, Universitas Indonesia, Depok, 2002
- Nag, A., Bhattacharya.S, De.K.B., 1995, New Utilixation of Vegetable Oil for the Conversion of Vegetable Oils, into Methyl Esters of Fatty Acids, *Journal 75(12)*, 1775-1783
- Prihandana. R Handoko, Nuramin M., 2006, *Menghasilkan Biodiesel Murah, Mengatasi Polusi dan kelangkaan BBM*, PT Agro Media Pustaka
- Platini, I., 2007, *Pengaruh Jumlah Metanol dan Temperatur terhadap Jumlah Metil ester yang Dihasilkan dari Minyak Kelapa sebagai Bahan Bakar Mesin diesel Alternatif*, skripsi, Universitas Sriwijaya
- Ramadhas, A.S., Jayaraj, S., Muraleedharan, C., 2005. "Biodiesel production from high FFA rubber seed oil". *Fuel 84* : pp.335-340
- Sibuea dan Posman., 2003, *Pengembangan Industri Biodisel Sawit*, [www.kcm.com](http://www.kcm.com), 10 Oktober 2007
- Sarmidi., 2005, Membandingkan emisi Gas Buang Bahan Bakar Solar dan Biodiesel., *Jurnal Saints dan Teknologi*, BPPT, Jakarta
- Syah Andi., 2005, *Biodiesel Jarak Pagar*, PT Agro Media Pustaka, Jakarta
- Sembiring, H. R., 2007, *Pengaruh Jumlah Metanol dan temperatur Terhadap Jumlah Metil Ester yang Dihasilkan dari Minyak Sawit sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel Alternatif*, Skripsi, universitas Sriwijaya
- Sears, F. W. & Zemansky.M W, 1994, *Fisika untuk Universitas I*, edisi kedelapan, Binacipta, Bandung
- Surono, W. Djoko, Bulti,"*Spesifikasi Solar Terhadap Performa Motor*", Lembaga Publikasi LEMIGAS,No II, 1980. hal 31-37

Sunanto, C.I., 1993, *Budidaya Pucung Usaha Produksi Kluwak dan Minyak Kepayang*, Kanisius, Jogyakarta

Suryantoro, M. T., 2003. *Studi Heat Release dan Smoke Analisis pada Campuran Methyl Ester-Solar*. Tesis Universitas Indonesia

Soerawidjaja, T. H. dan A. Tahar., 2003. *Hubungan antara Komposisi Minyak Nabati Bahan Mentah dengan Kualitas Bahan Bakar Biodiesel*. Prosiding SRKP 2003 Teknik Kimia UNDIP

Tim Nas., 2007, *Bahan Bakar Nabati, Bahan Bakar Alternatif dari Tumbuhan sebagai Pengganti Minyak Bumi dan Gas*, Eka Tjipta Foundation

Vogel., 1985, *Buku Teks Analisis An Organik Makro dan Semimakro*, direvisi oleh G. Svehla, ed 5, kalman Media Pustaka, Jakarta

Widyastuti, Lusiana., 2007, *Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel Dengan Menggunakan Katalis KOH*, Universitas Negeri Semarang

Wanto dan Arif Subagio., 1980, *Proses Industri Kimia*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta

Yossy, Pardila & Lediana, A. P., 2005, *Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Sebagai Bahan metil Ester*. Universitas Sriwijaya