

**STUDI PENGARUH VARIASI KONSENTRASI KATALIS KOH  
TERHADAP PARAMETER BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KETAPANG  
(*Terminalia catappa* Linn)**

**SKRIPSI**

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



**Oleh  
CATUR DIAH LESTARI  
09043130015**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2010**



541.295 of  
Lee  
e - 10/7/20  
2010

**STUDI PENGARUH VARIASI KONSENTRASI KATALIS KOH  
TERHADAP PARAMETER BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KETAPANG  
(*Terminalia catappa* Linn)**

**SKRIPSI**

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



Oleh  
**CATUR DIAH LESTARI**  
09043130015

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2010**

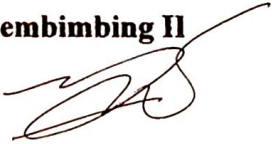
**Lembar Pengesahan**

**Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis KOH Terhadap Parameter Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn)**

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

**Oleh :**  
**CATUR DIAH LESTARI**  
**09043130015**

**Pembimbing II**



**Nova Yuliasari M.Si**  
**NIP. 19730726 199903 2 001**

**Indralaya, Agustus 2010**  
**Pembimbing I**



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

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Kimia**



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

*Setiap langkah di dalam kehidupan kita pasti mendapatkan ujian dan cobaan, hanya dengan usaha yang sungguh-sungguh dan dengan jiwa dan pikiran yang bersih, sabar dan ber tawakallah. Semua pasti akan ada jalan keluarnya.*

*"Dengan nama Allah yang Maha Pengasih dan Penyayang. Segala Puji bagi Allah, Tuhan alam semesta. Yang Maha Pengasih dan Penyayang. Yang menguasai Hari Pembalasan. Hanya kepada-Mu kami menyembah dan pada-Mu pula kami memohon pertolongan. Tunjukkanlah kami ke jalan yang lurus. Jalan orang-orang yang Engkau beri nikmat dan bukan pula jalan yang mereka yang sesat "*  
*Amin Ya Robbal allamin.....*

*(Al-Fatihah 1-7)*

*Motto:*

*"Coba Hadapi Masalah dengan senyuman"*

- Kupersembahkan karya ku.....
- Kepada Allah SWT Yang Maha Esa
  - Kepada kedua orang tuaku (ayah dan ibu)
  - Untuk Suami dan anak ku tersayang.. ILLU
    - Untuk Mbak-mbak dan adek ku
    - Untuk Teman baik ku
    - Almamater ku...



## KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah SWT Pencipta dan Penguasa alam semesta yang telah memberikan rahmatNya kepada ku untuk menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi yang berjudul Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis KOH terhadap Parameter Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (*Terminallia cattapa* Linn), yang dibuat sebagai salah satu syarat menyelesaikan tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Tidak ada kata yang bisa diucapkan selain banyak terima kasih kepada orang yang berada disekelilingku yang ikut serta dalam membantu ku, baik materil maupun moril. Dan ucapan terima kasihku yang ku tujukan kepada:

- ALLAH SWT, Engkau lah Zat Maha Kuasa dan tak ada daya upayanya aku sebagai hambamu tanpa adanya pertolongan dari MU.
- Kedua orang tuaku ( ayah dan ibu ), terima kasih yang sebesar-besarnya. Yang telah membimbing dan memberikan yang terbaik untukku.
- Suamiku tersayang, yang telah banyak mendukungku dan memotivasiku "mokasih banyak mas, udah banyak bantuin diah, maaf klo diah banyak nyusahin mas".
- Mbak-mbak dan adek ku yang telah banyak membantuku. "Makasih atas bantuannya yo mbak..".
- Anak ku yang kucintai dan kusayangi, serta keponakan-keponakan ku yang lucu-lucu.

- Ibu Fahma Riyanti M.Si selaku Pembimbing utama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi. Terimakasih atas waktu, bimbingan dan kesabarannya selama ini.
- Ibu Nova Yuliasari M.Si selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing kedua. Terimakasih atas waktu, bimbingan dan kesabarannya selama ini.
- Dra Fatma, M.S selaku ketua jurusan kimia.
- Dekan fakultas MIPA
- Seluruh Analis Jurusan Kimia, seluruh staf karyawan & karyawan FMIPA dan Jurusan Kimia.
- Khusus buat sobat perjuangan ku Nefri Inge Yanresti..” Semangat ce, jangan kelewat nyantai ... he...he....”.
- Buat Mbar, dan Mega ” kapan ngumpul lagi?”.
- Buat teman-teman KEMPO ku, yu’Dila, yu’ Heri, Indah, Zuro, Ayu, sampai Agus, sensei Nurdin, miss u all. Tetap semangat latihan dan bertanding,, hidup KEMPO...
- Buat teman-teman angkatan 2004. Makasih atas bantuannya.
- Buat anak-anak KF, KO, dan Lapen. Thanks for you all.
- Buat adek-adek yang udah membantu mungutin ketapang dan ngocek ketapang ”makasih banyak dek yo...”.
- Dan buat orang yang tidak bisa disebutkan satu persatu,” terimakasih ya.....”.

Banyaknya kekurangan dari saya sebagai Penulis, harap dimaklumi dan berikan saran ataupun kritik yang membangun serta menjadi acuan buat masa



yang akan datang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua dan dapat memberikan informasi bagi teman-teman yang membaca.

Palembang, Maret 2010

Penulis

**STUDY EFFECT VARIATIONS OF KOH CATALYST  
CONCENTRATION OF BIODIESEL PARAMETERS FROM KETAPANG  
SEED OIL (*Terminalia catappa* Linn)**

**By**

**CATUR DIAH LESTARI**

**09043130015**

**ABSTRACT**

The research has been done about study effect variations of KOH catalyst concentration of biodiesel parameters from ketapang seed oil (*Terminalia catappa* Linn). The purpose of the research is to determine the optimum KOH concentration of biodiesel ketapang seed oil at 1; 1.5; 2; 2.5; and 3% to measure the parameters of biodiesel by the method of ASTM (*American Society for Testing Materials*). The parameters were measured covering specific gravity, flash point, kinematic viscosity, distillation, cetana index, carbon residue, sediment content, sulfur content, and water content. The result of this research variations of KOH catalyst concentration 2.5% produce biodiesel optimum. Parameters of all biodiesel product that use variation of KOH catalyst concentration fulfil standart of biodiesel 1-D characteriszation, density 0.8773-0.8788 g/cm<sup>3</sup>, cetana index 46.95-47.42, carbon recidue 0.01-0.09 %wt, trace for sulfur content, and kinematic viscosity 3.80-4.02 cSt.



**STUDI PENGARUH VARIASI KONSENTRASI KATALIS KOH  
TERHADAP PARAMETER BIODIESEL DARI MINYAK BIJI  
KETAPANG (*Terminalia catappa* Linn)**

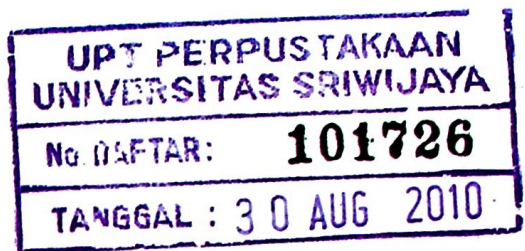
**Oleh**

**CATUR DIAH LESTARI**

**09043130015**

**ABSTRAK**

Penelitian mengenai studi pengaruh variasi konsentrasi katalis KOH terhadap parameter biodiesel dari minyak biji ketapang (*Terminalia catappa* Linn) telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengetahui konsentrasi KOH optimum untuk pembuatan biodiesel minyak biji ketapang dari variasi konsentrasi katalis KOH yaitu: 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3% dan mengukur parameter biodieselnnya dengan menggunakan metode ASTM (*American Society for Testing Material*). Parameter yang diukur meliputi berat jenis, titik nyala, viskositas kinematika, distilasi, indek setana, residu karbon, kandungan sedimen, kadar sulfur, dan kandungan air. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi katalis KOH 2,5% menghasilkan biodiesel optimum. Parameter semua biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan variasi konsentrasi katalis KOH memenuhi standar biodiesel untuk bahan bakar 1-D, yaitu berat jenis (0,8773-0,8788 g/cm<sup>3</sup>), indeks setana (46,95-47,42), residu karbon (0,01-0,09% berat), kadar sulfur (*traces*), viskositas kinematika metil ester (3,80-4,02 cSt).



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Minyak Biji Tanaman Ketapang ( <i>Terminalia catappa</i> Linn.) .....	4
2.1.1 Ekstraksi Minyak Biji Ketapang .....	6
2.1.2 Pemurnian Minyak Biji Ketapang .....	8
2.2 Biodiesel.....	8



2.3 Proses Pembuatan Biodiesel.....	10
2.4 Parameter Biodiesel.....	15
2.4.1 Bilangan Setana.....	15
2.4.2 Titik Nyala.....	16
2.4.3 Viskositas Kinematika.....	16
2.4.4 Kadar Sulfur .....	17
2.4.5 Residu Karbon.....	17
2.4.6 Berat Jenis .....	18
2.4.7 Kandungan air .....	18
2.4.8 Kandungan Sedimen.....	18
2.4.9 Distilasi.....	29

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat .....	20
3.2 Alat dan Bahan .....	20
3.2.1 Alat yang digunakan .....	20
3.2.2 Bahan yang digunakan .....	20
3.3 Prosedur Penelitian.....	21
3.3.1 Pengambilan Sampel.....	21
3.3.2 Persiapan Sampel .....	21
3.3.3 Tehnik Ekstraksi .....	21
3.3.4 Pemurnian Minyak Biji Ketapang.....	21
3.3.5 Pembuatan Biodiesel dengan variasi konsentrasi KOH .....	22
3.4 Uji Karakteristik Biodiesel.....	22

3.4.1 Indeks setana (ASTM D-4737) .....	22
3.4.2 Titik Nyala (ASTM D-93).....	23
3.4.3 Viskositas kinematik (ASTM D-445) .....	23
3.4.4 Kadar Sulfur (ASTM D-4294) .....	24
3.4.5 Residu Karbon (ASTM D-4530).....	24
3.4.6 Berat jenis (ASTM D-1298).....	24
3.4.7 Kandungan Air (ASTM D-1744) .....	25
3.4.8 Kandungan Sedimen(ASTM D-473).....	25
3.4.9 Distilasi (ASTM D-86).....	25

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi KOH Terhadap Produk Biodiesel.....	27
4.2 Parameter Biodiesel yang dihasilkan variasi konsentrasi KOH.....	28
4.2.1 Indeks setana .....	28
4.2.2 Titik Nyala.....	29
4.2.3 Viskositas Kinematika.....	30
4.2.4 Kadar sulfur .....	31
4.2.5 Residu Karbon.....	31
4.2.6 Berat jenis .....	33
4.2.2 Kandungan Air .....	34
4.2.3 Kandungan Sedimen.....	34

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	36
---------------------	----

5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	41

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Tumbuhan ketapang ( <i>Terminalia catappa L</i> ) dan bijinya.....	5
Gambar 2 Minyak biji ketapang hasil ekstraksi.....	7
Gambar 3 Reaksi transesterifikasi pembuatan metil ester.....	11
Gambar 4 Grafik Perolehan Biodiesel.....	27
Gambar 5 Hubungan variasi konsentrasi katalis dengan indek setana.....	28
Gambar 6 Hubungan variasi konsentrasi katalis dengan titik nyala .....	29
Gambar 7 Hubungan variasi konsentrasi katalis dengan viskositas kinematika....	30
Gambar 8 Hubungan variasi konsentrasi katalis dengan residu karbon.....	32
Gambar 9 Hubungan variasi konsentrasi katalis dengan berat jenis .....	33
Gambar 10 Hubungan variasi konsentrasi katalis dengan kandungan air.....	34
Gambar 11 Hubungan variasi konsentrasi katalis dengan kandungan sedimen...	35



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Tabel Komposisi Ketapang.....	5
Tabel 2 Sifat fisika kimia minyak biji ketapang.....	7
Tabel 3 Sifat fisika kimia minyak biji ketapang dengan pelarut n-heksana.....	7
Tabel 4 Data Perolehan Biodiesel.....	41
Tabel 5 Data Penentuan Kualitas Biodiesel Dengan Metode ASTM.....	41
Tabel 6 Spesifikasi bahan bakar diesel berdasarkan ASTM D-975.....	42
Tabel 7 Data spesifikasi kualitas solar PT Pertamina .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Hasil Penelitian .....	43
Lampiran 2 Penentuan berat KOH dan contoh perhitungan .....	44
Lampiran 3 Data kinetika viskositas pada 122 <sup>0</sup> F dan contoh perhitungan .....	44
Lampiran 4 Data dan contoh perhitungan Indek setana.....	44
Lampiran 5 Data dan contoh perhitungan Residu Karbon.....	45
Lampiran 6 Data dan contoh perhitungan Kandungan Sedimen.....	46
Lampiran 7 Gambar minyak ketapang, biodiesel dan gliserol.....	47
Lampiran 8 Gambar alat .....	48



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1 Latar Belakang

Bahan bakar minyak bumi adalah salah satu sumber energi utama yang banyak digunakan berbagai negara di dunia pada saat ini. Kebutuhan bahan bakar ini selalu meningkat, seiring dengan penggunaannya di bidang industri maupun transportasi. Ketersediaan bahan bakar minyak bumi terbatas dan sifatnya tidak terbarukan, sehingga diprediksikan akan ada kelangkaan bahan bakar minyak. Kelangkaan inilah yang menimbulkan adanya krisis energi di dunia, sehingga membutuhkan sumber energi alternatif diantaranya biodiesel.

Sejak tahun 1990 penelitian dan pengembangan biodisel dirintis secara ekstensif yang bertujuan untuk mendapatkan bahan bakar yang dapat diperbarui. Riset semakin berkembang dengan tidak terbatas pada minyak kelapa sawit tetapi juga tanaman yang lain seperti jarak pagar, kelapa dan nipah. Indonesia yang memiliki keragaman jenis tumbuhan penghasil minyak atau lemak berpotensi sebagai bahan baku bahan bakar nabati (Tim Pengembangan BBN, 2007).

Tanaman ketapang merupakan salah satu tanaman yang berpotensi menghasilkan minyak nabati (Hutchinson dan Lawrence dalam Anonim, 2004). Di Indonesia, ketapang biasanya ditanam secara luas di dataran tinggi daerah beriklim panas (Chudnoff dalam Flores, 1994). Riyanti dkk (2006) telah menganalisa kandungan minyak biji ketapang diperoleh sebesar 56,66%. Hasil penelitian didapat bahwa kualitas minyak paling baik tanpa pemurnian dengan

menggunakan metoda ekstraksi pelarut, dengan pelarut n-heksana, suhu 70<sup>0</sup>C dan lama ekstraksi 15 jam. Minyak yang dihasilkan memiliki berat jenis 0,906 g/mL, viskositas 0,144 poise, kekeruhan 3,517 NTU, angka asam 3,270 mg KOH/g minyak dan angka peroksida 1,983 meq/g minyak. Komposisi asam lemak penyusunnya terdiri dari asam palmitat, palmitoleat, stearat, oleat dan linoleat (Riyanti, 2007).

Biodiesel dari minyak nabati dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar diesel. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan mempelajari potensi biodiesel dari minyak biji ketapang sebagai minyak diesel dengan menggunakan variasi konsentrasi KOH (1; 1,5; 2; 2,5 dan 3%) pada perbandingan minyak dan metanol (80:20) dengan temperatur pemanasan 60<sup>0</sup>C. Variasi konsentrasi katalis dipilih dikarenakan kebutuhan katalis yang berbeda berdasarkan jenis minyak yang digunakan pada setiap reaksi transesterifikasi yaitu 0,5 - 3% (b/b) (Widyastuti, 2007). Suryani 2009, telah melakukan penelitian pembuatan biodiesel minyak biji ketapang dengan katalis NaOH dan hasil optimum didapat pada perbandingan minyak dan metanol (80:20) pada temperatur 60<sup>0</sup>C sebesar 76,18%. Katalis KOH digunakan karena KOH memiliki energi ionisasi yang lebih kecil dari NaOH sehingga lebih cepat untuk membentuk suatu senyawa apabila digunakan sebagai katalis (Anonim, 2009).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Penelitian terhadap biodiesel minyak biji ketapang yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk pengganti bahan bakar dari fosil yang diperkirakan semakin menipis keberadaannya. Biodiesel Minyak biji ketapang diharapkan



menjadi salah satu kontribusi untuk dijadikan sebagai bahan bakar nabati (BBN). Mencari tahu perolehan dan pengaruh variasi konsentrasi katalis KOH terhadap biodiesel minyak biji ketapang.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

- a. Menentukan konsentrasi KOH optimum dalam pembuatan biodiesel dari minyak biji ketapang .
- b. Menentukan pengaruh variasi konsentrasi KOH terhadap parameter biodiesel meliputi indeks setana, titik nyala, viskositas kinematika, kadar sulfur, residu karbon, berat jenis, kandungan air, kandungan sedimen dan distilasi.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi katalis KOH terhadap parameter biodiesel yang dibuat menggunakan minyak biji ketapang dan metanol dengan variasi konsentrasi katalis KOH, sebagai alternatif sumber bahan bakar nabati, selain bahan bakar dari fosil. Penelitian ini juga bermanfaat untuk memberikan nilai ekonomis yang lebih baik bagi tanaman ketapang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1996, *Metode Kerja ASTM/IP*, Laboratorium Penelitian & Pengembangan, Pertamina Daerah Sumbagsel
- Anonim, 2002, *Minyak Goreng*, Badan Standarisasi nasional, BSN Jakarta
- Anonim, 2004, *Nutritive Value of Indian Foods*, Indian Council of Medical Research, Hyrerabad, India
- Anonim, 2009, *Resume Analisis Industri*,  
<http://kmmfugn.files.wordpress.com/2009/12/resume-analisis-industri.pdf>,  
diakses tanggal 12 April 2010
- Atkins,P.W., 1999, *Kimia Fisika*, Jilid II, Edisi IV, Erlangga, Jakarta
- Christian,A., & Ukhum,M.E., 2006, *Nutritional Potential of the Nut, of Tropical Almond (Terminalia Catappa L)*, Pakistan Journalof Nutrition (4), 334-336
- Fessenden, 1999, *Kimia Organik*, Erlangga, Jakarta
- Flores,E.M., 1994, *Species Description Terminalia Catappa L*, 752-754
- Gilman,E.F., and Watson,D.G., 1994, *Terminalia Catappa Tropical Almond Fast Sheet*, ST 626,1-3
- Hambali,Erliza., 2002, *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*, Penebar Swadaya, Jakarta
- Hartati,J., 2009, *Karakterisasi Campuran Biodiesel dari Minyak biji Ketapang (Termialia catappa Linn) dengan Menggunakan Katalis NaOH*, Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Hasibuan,M.R., 2007, *Karakterisasi Campuran Metil Ester Minyak Kelapa dengan Minyak Solar sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel Alternatif*, Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Joelianingsih, Sukartaatmadja,S., Iqbal, Mandang,T., Sembiring,E.N., 2006, *Perkembangan Proses Pembuatan Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Nabati (BBN)*, Jurnal Ketehnikan Pertanian (2), 212
- Ketaren,S., 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia Press, Jakarta

- Kirk,R.E., and Othmer,D.F., 1992, *Encyclopedia of Chemical Technology*, The Interscience Encyclopedia Inc, New York
- Noviana,Vina, 2009, *Karakterisasi Minyak Biji Ketapang (Terminalia catappa Linn) Hasil Pemurnian dengan Karbon Aktif*, Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Nurliana, 2008, *Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar dengan Variasi Konsentrasi Katalis KOH pada Proses Esterifikasi-Transesterifikasi*, Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Prihandana,R., Hendroko,R., Nuramin,M., 2006, *Menghasilkan Biodiesel Murah dan Mengatasi Kelangkaan BBM*, PT Agro Media Pustaka, Jakarta
- Priyono,Suwarso., Yulia,Gani., Kusyanto., 1999, *Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (Terminalia catappa Linn) yang Berasal dari Pohon Ketapang yang Tumbuh di Kampus UI Depok*, Prosiding seminar Nasional Kimia Bahan Alam UI-UNESCO
- Rita, Rusmaida,S., Tresnawati,N., Pratama,A., 2007, *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah*, Laporan Uji Kompetensi SMK Kimia Industri 2008-2009, SMKN 2 Baleendah, Bandung
- Riyanti,F., Hariani,P.L., Heni., 2006, *Analisa Kandungan Kimia Biji Ketapang*, Laporan Penelitian, Universitas Sriwijaya, Palembang
- Riyanti,F., Hariani,P.L., Dessy,R., 2007, *Pengaruh Jenis Pelarut, Lama Ekstraksi dan Temperatur Ekstraksi terhadap Kualitas Minyak Biji Ketapang*, Laporan Penelitian, Universitas Sriwijaya, Palembang
- Suryani,I., 2009, *Pengaruh Variasi Jumlah Metanol dan Temperatur Terhadap Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (Terminalia catappa Linn) dengan katalis NaOH*, Universitas Sriwijaya, Palembang
- Sudjadi, 1986, *Metode Pemisahan*, UGM Press, Yogyakarta
- Tim Nasional Pengembangan BBN, 2007, *Bahan Bakar Alternatif dari Tumbuhan Sebagai Pengganti Minyak Bumi & Gas*, Penebar Swadaya, Jakarta
- Vogel, 1985, *Buku Teks Analisis An Organik Makro dan Semimakro*, direvisi oleh G. Svehla, edisi 5, Kalman Media Pustaka, Jakarta
- Wanto dan Arif Subagio, 1980, *Proses Industri Kimia*, Departemen Pendidikan & Kebudayaan, 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, Semarang

Zainurdin, Fantoni., 2006, *Crude Assay (Evaluasi Minyak Bumi)*, Laboratorium Unit Pengolahan III, Pertamina Palembang