

**PENGARUH VARIASI JUMLAH METANOL DAN TEMPERATUR  
PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK  
BIJI KETAPANG (*Terminalia catappa* Linn) DENGAN KATALIS NaOH**

**SKRIPSI**

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



**Oleh**

**IRMA SURYANI  
NIM. 09053130030**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2009**

541.395 of  
Sur  
P  
C-021593  
2009

**PENGARUH VARIASI JUMLAH METANOL DAN TEMPERATUR  
PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK  
BIJI KETAPANG (*Terminalia catappa* Linn) DENGAN KATALIS NaOH**



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



**Oleh**

**IRMA SURYANI**  
**NIM. 09053130030**

**JURUSAN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2009**

**Lembar Pengesahan**

**Pengaruh Variasi Jumlah Metanol Dan Temperatur  
Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia  
Catappa* Linn) Dengan Katalis NaOH**

**SKRIPSI**

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

**Oleh**

**IRMA SURYANI  
NIM. 09053130030**

**Indralaya, November 2009**

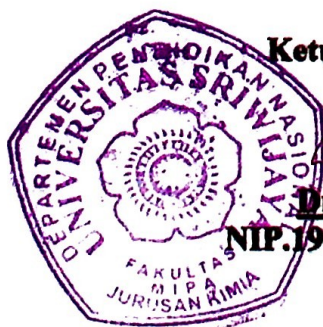
**Pembimbing II**

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

**Pembimbing I**

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

**Mengetahui  
Ketua Jurusan Kimia**



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

**Motto :**

*"Wanita tangguh melukis kekuatan lewat masalahnya  
Tersenyum saat tertekan dan bertambah kuat dengan Doa &  
Perharapan"*

*Jagalah hatimu dengan segala kewaspadaan, karena dari  
situlah terpancar kehidupan" (Amsal 4 : 23)*

*"Sebab Segala Sesuatu adalah dari Dia, dan oleh Dia, dan  
kepada Dia : Bagi Dialah kemuliaan sampai selama-lamanya"  
(roma 11 : 36)*

*"Aku melayangkan mataku ke gunung-gunung ; dari manakah  
akan datang pertolonganku?  
Pertolonganku ialah dari Tuhan, yang menjadikan semesta"  
(Mazmur 121 : 1-2)*

*"Karena masa depan sungguh ada,  
dan harapanmu tidak akan hilang" (Amsal 23 : 18)*

*Kupersembahkan "karya kecilku" ini untuk:*

- ♥ Tuhan Yesus Kristus, Juru Selamatku & Segalanya bagiku
- ♥ Bapak dan Mamaku Tercinta
- ♥ Kakak, abang, adik, abang ipar dan Doruku tersayang
- ♥ Pejuangku, my Heart
- ♥ Sahabat-sahabatku tersayang
- ♥ Almamaterku

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Jumlah Metanol Dan Temperatur Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn) Dengan Katalis NaOH” 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.

Tiada kata terindah yang cukup untuk menyatakan rasa syukur Penulis atas segala kebaikan Tuhan Yesus dan jalan-Nya melalui semua pihak yang menjadi perantara dalam mempermudah penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini. Ucapan terima kasih dari hati yang paling dalam penulis ucapkan kepada :

- Kedua orang tuaku tercinta (mama dan bapak) yang telah memberikan dan melakukan yang terbaik dalam hidupku. Doa, kasih sayang dan didikan yang luar biasa bahkan senantiasa berjuang memenuhi kebutuhan jasmaniku dan tidak pernah lelah memberiku semangat, I love u so much my parents..
- Kak Erni, abang Romi, dek Rini, boruku Cika dan abang Juda (abang iparku), yang selalu mendukungku dan memberi semangat saat banyak tantangan ku hadapi dan selalu setia mendoakan aku...I love u all..
- Keluarga besar bapak (SINAGA) dan mama (PASARIBU) yang mendukungku dan mendoakanku

- Ibu Fahma Riyanti M.Si selaku Pembimbing utama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi. Terimakasih atas waktu, bimbingan, perhatian dan kesabaran yang ibu berikan selama ini.
- Ibu Dra. Poedji Loekitowati H, M.Si selaku pembimbing kedua. Terimakasih atas waktu, bimbingan, perhatian dan kesabarannya selama ini.
- Ibu Fitriya selaku dosen pembimbing akademik dan seluruh dosen yang telah memberi pengajaran hingga penulis dapat menyelesaikan TA dan Skripsi.
- Dra Fatma, M.S selaku ketua jurusan kimia.
- Dekan fakultas MIPA
- Seluruh Analis Jurusan Kimia, seluruh staf karyawan & karyawan FMIPA dan Jurusan Kimia.
- Seluruh Jemaat GPDI IMANUEL MINAS yang mengasihiku dan terus setia berdoa selama perkuliahanku yang jauh.
- Kakak dan adik serumahku (Kak nunu & dek Melina) yang mengasihiku, selalu peduli dan mengerti setiap kondisiku. Love u..
- Keluarga Pdt. J. Silaen yang menyanyangiku dengan tulus dan setia mendoakanku serta seluruh Jemaat GPDI Betlehem Lorok.
- Juli & Sata, dua orang Sahabat yang paling ku sayangi. Terimakasih atas kasih sayang, doa, perhatian, dan teman berbagi yang terbaik bagiku..Love u
- Yunita, dewi & feбри, Anak-anak KK ku (KK REBECCA) yang ku sayangi dan KTB CRUSH (K'malin, Tata & Juli). Makasih buat doa-doanya..Love u

- Teman-teman seperjuangan di Lab (ranty, puput (uni Q), tina, iga, lensi, munji, mbak catur, mbak inge, kak andri, Tim KF, Tim KO, Tim Anorganik, Tim Analisa), keluarga besar MIKI-05 dan MIKI FMIPA yang tidak bisa Penulis tuliskan satu persatu. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya
- Temen-temen Sepelayanan di Gereja (b'Indra, b'john, b'melki, sata, k'rini, nita<sup>2</sup>, david, susan, gamal, herman, yefta, daniel, yose, monang, lamris, petrus, aris, befri, vivi, hana & seluruh adik2ku di gereja). Terimakasih atas kasih sayang & doa-doanya, semangat terus melayani Tuhan. Love u all..
- Pengurus, TPP & Jemaat PDO Getsemani yang mengasihiku & mendoakanku
- Seluruh warga M.zen (imel, Lily, lestari, muel, frangky, nando, pio, mike, herry, tian, marien, dora, semuanya dari bedeng depan sampai belakang). Terimakasih buat kekeluargaannya..
- Pejuangku, seseorang yang telah memenangkan hatiku, yang selalu mencintaiku, mendoakanku, memberi semangat dan terus berjuang bersamaku..Love u b..

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk acuan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Indralaya, November 2009

Penulis

**THE EFFECT OF METHANOL AMOUNT AND HEATING TEMPERATURE  
TO BIODIESEL PROPERTIES FROM KETAPANG SEED OIL (*Terminalia  
catappa* Linn) USING NaOH CATALYST**

By

**IRMA SURYANI  
NIM. 09053130030**

**ABSTRACT**

It has been done the research about “The Effect of Methanol Amount and Heating Temperature to Biodiesel Properties from Ketapang Seed Oil (*Terminalia Catappa* Linn) Using NaOH Catalyst”. The purpose of research is to determine the optimum condition of making methyl ester with parameters include temperature variations (40, 50, 60, 70 °C) and methanol (10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50: 50) and to determine the characteristics of methyl ester by the method of ASTM (*American Standard for Testing Materials*) at the optimum temperature and variations of methanol. The result showed that the optimum conditions of methyl ester at 60°C and the ratio 20: 80 in the amount of 60,9 mL. Determination of the characteristics of methyl ester showed that the ratio of 20 : 80 at 60°C is relatively better with 9,398 cSt of viscosity, 888,9 kg/m<sup>3</sup> of density, 55°C of flash point, 44 of Setana index, 0,43% weight of carbon residue, 0.008 % of weight content of sediment, 0,01% weight of the sulfur content, and 0.08% volume of water content.



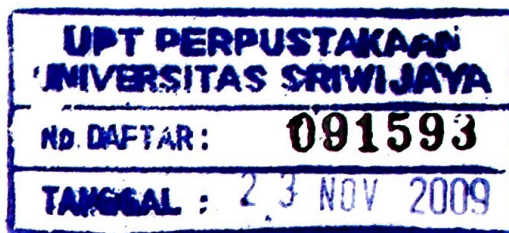
**PENGARUH VARIASI JUMLAH METANOL DAN TEMPERATUR  
TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK BIJI  
KETAPANG (*Terminalia catappa* Linn) DENGAN KATALIS NaOH**

**Oleh**

**IRMA SURYANI  
NIM. 09053130030**

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian mengenai “Pengaruh Variasi Jumlah Metanol Dan Temperatur Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn) Dengan Katalis NaOH”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum pembuatan metil ester dengan parameter meliputi variasi temperatur (40, 50, 60, 70 °C) dan metanol (10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50). Karakteristik metil ester yang dihasilkan diuji dengan metode ASTM (*American Standard for Testing Material*) pada temperatur optimum dengan variasi metanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum metil ester pada temperatur 60°C dan perbandingan 20 : 80 yaitu sebesar 60,9 mL. Penentuan karakteristik metil ester menunjukkan bahwa perbandingan 20 : 80 pada temperatur 60°C relatif lebih baik yang memiliki viskositas 9,398 cSt, berat jenis 888,9 kg/m<sup>3</sup>, titik nyala 55°C, indek setana 45, residu karbon 0,43 % berat, kandungan sedimen 0,008 % berat, kadar sulfur 0,01 % berat, dan kadar air 0,08 % volume.



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 .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Minyak Biji Tanaman Ketapang ( <i>Terminalia catappa</i> Linn.) .....	5
2.1.1. Ekstraksi Minyak Biji Ketapang .....	7
2.1.2. Pemurnian Minyak Biji Ketapang.....	10

2.2. Biodiesel.....	11
2.3. Proses Pembuatan Biodiesel .....	12
2.4. Parameter Metil Ester (Biodiesel).....	18
2.4.1. Angka Setana .....	19
2.4.2. Titik Nyala ( <i>Flash Point</i> ) .....	19
2.4.3. Kekentalan ( <i>Viscosity</i> ) .....	20
2.4.4. Kadar Sulfur .....	21
2.4.5. Kandungan Residu Karbon .....	22
2.4.6. Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ).....	23
2.4.7. Kandungan air .....	26
2.4.8. Kandungan Sedimen .....	26
2.4.9. Distilasi .....	26

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Tempat Dan Waktu .....	27
3.2. Alat dan Bahan .....	27
3.3. Prosedur Penelitian.....	28
3.3.1. Pengambilan dan Persiapan Sampel.....	28
3.3.2. Ekstraksi Minyak Biji Ketapang .....	28
3.3.3. Pemurnian Minyak Biji Ketapang.....	28
3.3.4. Penentuan Jumlah NaOH dalam Pembuatan Metil Ester..	29
3.3.5. Pembuatan Metil ester dengan katalis NaOH .....	29

3.3.6. Uji Karakteristik Metil Ester .....	30
3.3.6.1. Penentuan Indek setana (ASTM D-976) .....	30
3.3.6.2. Penentuan Titik Nyala (ASTM D-56).....	30
3.3.6.3. Penentuan Viskositas (ASTM D-445) .....	31
3.3.6.4. Penentuan Kadar Sulfur (ASTM D-1551) .....	31
3.3.6.5. Penentuan Residu Karbon (ASTM D-189).....	31
3.3.6.6. Penentuan Berat Jenis (ASTM D-1298) .....	32
3.3.6.7. Penentuan Kandungan Air (ASTM D-95) .....	32
3.3.6.8. Penentuan Kandungan Sedimen(ASTM D-473)	33
3.3.6.9. Distilasi (ASTM D-38) .....	33

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

4.1. Pengaruh Jumlah Metanol Terhadap Jumlah Produk Metil Ester.....	34
4.2. Pengaruh Temperatur Terhadap Jumlah Produk Metil Ester.....	36
4.3. Penentuan Kualitas Metil Ester Dengan Metode ASTM .....	37
4.1.1. Kinematika Viskositas .....	37
4.1.2. Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ).....	38
4.1.3. Titik Nyala ( <i>Flash Point</i> ) .....	40
4.1.4. Kadar Air.....	41
4.1.5. Kandungan Residu Karbon .....	42
4.1.6. Kandungan Sedimen .....	43
4.1.7. Indek setana.....	45

4.1.8. Kadar Sulfur .....	46
---------------------------	----

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan .....	48
-----------------------	----

5.2. Saran.....	48
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA .....	50
----------------------	----

LAMPIRAN.....	53
---------------	----

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tumbuhan ketapang ( <i>Terminalia catappa L</i> ).....	5
Gambar 2. Buah dan Biji Tumbuhan Ketapang ( <i>Terminalia catappa L</i> ) .....	7
Gambar 3. Minyak biji ketapang hasil eksrtaksi dengan variasi pelarut.....	10
Gambar 4. Reaksi transesterifikasi pembuatan metil ester .....	13
Gambar 5. Hubungan antara jumlah metil ester dengan jumlah metanol.....	34
Gambar 6. Hubungan antara jumlah metil ester dengan jumlah temperatur.....	36
Gambar 7. Hubungan perbandingan minyak : metanol terhadap berat jenis .....	39
Gambar 8. Hubungan perbandingan minyak : metanol terhadap titik nyala.....	40
Gambar 9. Hubungan perbandingan minyak : metanol terhadap kadar air.....	41
Gambar 10. Hubungan perbandingan minyak : metanol terhadap residu karbon..	43
Gambar 11. Hubungan perbandingan minyak : metanol terhadap sedimen .....	44
Gambar 12. Hubungan perbandingan minyak : metanol terhadap indek setana...	45
Gambar 13. Hubungan perbandingan minyak : metanol terhadap kadar Sulfur...	47

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat fisika kimia minyak biji ketapang .....	8
Tabel 2. Sifat fisika kimia minyak biji ketapang dengan pelarut n-heksana .....	9
Tabel 3. Spesifikasi bahan bakar diesel berdasarkan ASTM D-975.....	18
Tabel 4. Hubungan perbandingan minyak : metanol terhadap viskositas.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Hasil Penelitian .....	53
Lampiran 2. Perhitungan.....	56
Lampiran 3. Gambar Tanaman Ketapang .....	64
Lampiran 4. Gambar Minyak Ketapang dan Biodiesel.....	66
Lampiran 5. Gambar Alat .....	67



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan minyak bumi dari waktu ke waktu terus mengalami peningkatan sejalan dengan pembangunan yang terjadi di Indonesia. Namun, bila kita sadari, ternyata cadangan minyak bumi yang ada tidak dapat memenuhi kebutuhan di masa mendatang. Oleh karena itu, mulai saat ini kita pun harus memikirkan energi alternatif yang dapat dikembangkan sebagai substitusinya (Tim Nasional Pengembangan BBN, 2007).

Penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar mesin diesel sudah sejak lama dicobakan, bahkan pada tahun 1895 Rudolf Diesel sebagai penemu mesin diesel telah mencoba menggunakan minyak kacang tanah untuk menggerakkan mesin diesel, dan pada tahun 1900 sempat diperlihatkan pada *Paris World Exhibition*. Minyak nabati mempunyai keunggulan karena sifat pelumasannya jauh lebih bagus dari solar. Namun seiring dengan perkembangan produksi minyak solar dengan harga yang lebih murah, pengembangan minyak nabati sempat terhenti. Pengembangan minyak nabati kembali marak pada pertengahan tahun 1970-an dan diujicobakan secara langsung atau dalam bentuk *fatty ester* (biodiesel) sebagai alternatif bahan bakar.

Berbagai sumber energi baru yang dapat terbarukan (*renewable resources*) dan dapat diandalkan adalah berasal dari berbagai jenis minyak nabati (minyak sawit,

minyak kedelai, minyak jarak pagar, dll). Pembuatan biodiesel dari minyak nabati dilakukan dengan mengkonversi trigliserida (komponen utama minyak nabati) menjadi metil ester asam lemak. Produk biodiesel tergantung pada minyak nabati yang digunakan serta pengolahan pendahuluan dari bahan baku tersebut. Alkohol yang digunakan sebagai pereaksi untuk minyak nabati adalah metanol, tetapi perlu diperhatikan juga kandungan air dalam alkohol tersebut. Disamping itu hasil biodiesel juga dipengaruhi oleh temperatur reaksi dan jumlah metanol yang digunakan. Pada pembuatan biodiesel dibutuhkan katalis untuk proses esterifikasi.

Tanaman ketapang (*Terminalia catappa* Linn) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi menghasilkan minyak nabati (Hutchinson dan Lawrence dalam Anonim, 2004). Ezeokonkwo (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa buah *T. catappa* memiliki kandungan minyak yang cukup tinggi, yaitu 56,78%. Riyanti F dkk (2006) telah menganalisa kandungan minyak biji ketapang dan hasil yang diperoleh adalah sebesar 56,66 %. Penelitian dilakukan dengan mengekstraksi minyak biji ketapang menggunakan metoda ekstraksi pelarut. Hasil penelitian diperoleh bahwa kualitas minyak biji ketapang hasil ekstraksi paling baik tanpa pemurnian dilakukan dengan pelarut n-heksana, suhu 70°C dan lama ekstraksi 15 jam (Riyanti, 2007). Pada penelitian ini dipelajari potensi minyak biji ketapang sebagai bahan baku biodiesel dengan parameter variasi temperatur dan perbandingan metanol serta uji karakterisasi dari biodiesel pada temperatur optimum.

## **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 didapatkan gambaran tentang kelebihan dan kekurangan yang dimiliki biodiesel sehingga akan memberikan kontribusi untuk membantu mengatasi masalah energi di masa-masa yang akan datang. Pada penelitian ini minyak nabati yang digunakan adalah minyak biji ketapang. Produk biodiesel tergantung pada minyak nabati yang digunakan serta pengolahan bahan baku tersebut, temperatur reaksi dan jumlah metanol yang digunakan. Parameter yang diteliti meliputi variasi jumlah metanol dan temperatur terhadap jumlah metil ester (biodiesel) yang dihasilkan. Biodiesel yang dihasilkan diuji karakterisasinya yaitu kinematika viskositas, berat jenis, titik nyala, kadar air, kandungan residu, kandungan sedimen, indek setana dan kadar sulfur.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Pembuatan minyak biji ketapang dengan metode ekstraksi dan pemurnian minyak biji ketapang.
2. Penentuan jumlah metanol dan temperatur optimum pada reaksi transesterifikasi minyak biji ketapang dengan katalis NaOH. Parameter uji meliputi angka setana, titik nyala, kekentalan, 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 ketapang, mengetahui kondisi optimum dari variabel untuk menghasilkan metil ester optimum serta memperoleh sumber energi baru biodiesel yang berasal dari minyak biji ketapang yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti solar atau campuran 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*
- Altiokka., M. R. & Citak, A., 2003. *Kinetics Study of Esterification of Acetid Acid with Isobutanol in The Presence of Amberlite Catalyst, Applied Catalyst A. General, 239, 141-148*
- 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, National Institute of Nutrition, Indian Council of Medical Research, Hyrerabad, India*
- Anonim., 2003, *Terminalia catappa – Tropical Almond, [www.wikipedia.org/wiki/Terminalia catappa](http://www.wikipedia.org/wiki/Terminalia_catappa)*
- Atkins, P.W., 1999, *Kimia Fisika, Alih Bahasa Drs. Irma L. Kartohadiprojo, Jilid II, Edisi IV, Erlangga, Jakarta*
- Azis, I., 2005., *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dan Uji Performance Biodiesel pada Mesin Diesel, Tesis, Fakultas pasca Sarjana UGM, Yogyakarta*
- Christian A & Ukhum ME., 2006, *Pakistan Journal Of Nutrition (4) : 334 – 336, Nutritional Potential Of the Nut. Of Tropical Almond (Terminalia catappa L)., University of Benin, Benin City, Nigeria*
- Darmilah., 1989, *Evaluasi Berbagai Pelarut Untuk Mengekstraksi, Makalah Seminar Peranan Kimia Dalam Mengembangkan Agribisnis, Himpunan Kimia Indonesia, Ujung Pandang*
- Demirbas, Ayhan., 2007, *Alternative and Renewable Energy Industries; Energy & Fuel, International Journal of Green Energy. Volume 4. Issue January 2007. pages 15-26*
- Fessenden., 1999, *Kimia Organik, Erlangga, Jakarta*

- Flores.E.M., 1994, *Species Description Terminalia Catappa L*, Academia, Naticional de Ciencias de Costa Rica, Costa Rica
- Gilman Edward E., 1994, *Terminalia Catappa Tropical Almond Fast Sheet*, ST 626, Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Flirida, Florida
- Hardjono, A., 2000, *Teknologi Minyak Bumi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Jauhari, Z., *Proses esterifikasi Minyak Sawit Mentah (CPO) Menjadi Bahan Bakar Diesel Menggunakan Sistem Reaktor Membrane*, Tesis, Program Studi Teknik Kimia Program Pasca Sarjana unsri, Palembang
- Ketaren, S., 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia Press, Jakarta
- Kinast, J.A., 2003, *Production of Biodiesels from Multiple Feedstocks and Properties of Biodiesel/Diesel Blends*, Final Report, National Renewable Energy Laboratory, Colorado
- Kirk, R. E. and Othmer, D. F., 1992, *Encyclopedia of Chemical Technology*, The Interscience Encyclopedia Inc. New York
- Maleev, L., 1954. *Diesel Engine: Operation and Maintenance*, pp. 144-146, Mc Graw-Hill Book company, New York
- Manurung, Robert., 2005, *Minyak jarak Pengganti solar*, Kompas
- Noviana, Vina., 2009, *Karakterisasi Minyak Biji Ketapang (Terminalia catappa Linn) Hasil Pemurnian dengan Karbon Aktif*, Skripsi, Universitas Sriwijaya
- Petrucci, Ralph H., 2000, *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*, Jilid 2, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta
- Polunin, I., 1987, *Plant and Flower of Singapore, description, habitat, distribution*, photo : 116
- Purwono, S., Yulianto, N., Pasaribu, R., 2003, *Biodiesel dari Minyak Kelapa*, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Yogyakarta
- Prakoso, dkk., 2003, *Esterifikasi Asam Lemak Bebas dalam CPO untuk Produksi Metil Ester*, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Yogyakarta

- Prihandana, Rama., 2006, *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi dan Mengatasi Polusi BBM*, Agromedia Pustaka, Jakarta
- Priyono Suwarso, Yulia Gani. Kusyanto., 1999, *Ekstraksi Minyak Biji Ketapang yang Tumbuh di Kampus UI Salemba dan Depok*, Prosiding seminar Nasional Kimia Bahan Alam UI-UNESCO
- Riyanti F, Hariani PL, Heni., 2006, *Analisa Kandungan Kimia Biji Ketapang*, Laporan Penelitian, Universitas Sriwijaya
- Riyanti F, Hariani PL, Dessy R., 2007, *Pengaruh Jenis Pelarut, Lama Ekstraksi dan Temperatur Ekstraksi terhadap Kualitas Minyak Biji Ketapang*, Laporan Penelitian, Universitas Sriwijaya
- Tan Cheng Lin, Feng Lin Tsu, 1999, Tannin and Related Compound from Catappa and Terminalia Parviflora, *Journal of Chin. Chem. Soc.*, Vol 46, 613-618, no.4.
- 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, ed 5, Kalman Media Pustaka, Jakarta
- Von Wedel, R., 1999, *Technical Handbook for Marine Biodiesel*, Department Of Energy, San Fransisco Bay and Northen California
- 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
- Widiono, B., 1995, *Alkoholisis Minyak biji Jarak dalam Reaktor Kolom Berpuls Secara Sinambung Ditinjau dari Segi Kinetika*, Tesis, Fakultas Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta
- Winarno, F. G., 1991, *Kimia Pangan dan Gizi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Zainurdin, Fantoni., 2006, *Crude Assay (Evaluasi Minyak Bumi)*, Laboratorium Unit Pengolahan III, Pertamina Palembang