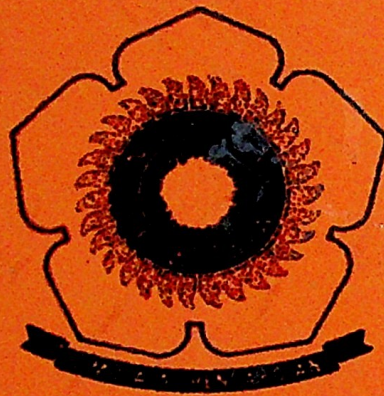


**PENGARUH VARIASI JUMLAH METANOL DAN TEMPERATUR
TERHADAP KARAKTERISASI BIODIESEL DARI MINYAK BIJI
KETAPANG (*Teminalia catappa* Linn) MENGGUNAKAN KATALIS KOH**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Kimia**



Oleh :

NEFRI INGE YANRESTI

09043130029

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

2010

S
664.307

Nof

P

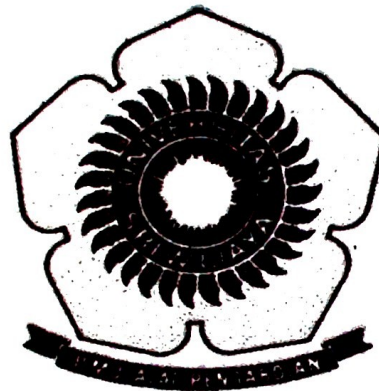
0010

**PENGARUH VARIASI JUMLAH METANOL DAN TEMPERATUR
TERHADAP KARAKTERISASI BIODIESEL DARI MINYAK BIJI
KETAPANG (*Teminalia catappa* Linn) MENGGUNAKAN KATALIS KOH**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Sains Bidang Kimia



Oleh :

NEFRI INGE YANRESTI

09043130029

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

INDERALAYA

2010

Lembar Pengesahan

**PENGARUH VARIASI JUMLAH METANOL DAN TEMPERATUR
TERHADAP KARAKTERISASI BIODIESEL DARI MINYAK BIJI
KETAPANG (*Terminalia catappa* Linn) MENGGUNAKAN KATALIS KOH**

SKRIPSI

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

Oleh :

NEFRI INGE YANRESTI

09043130029

Indralaya, November 2010

Pembimbing II



Dra. Poedji Loekitowati, M.Si.

NIP. 19680827 199402 2 001

Pembimbing I

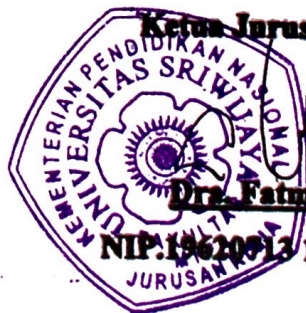


Fahma Rivanti M.Si.

NIP. 19720408 200003 2 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia



Dra. Fatma, M.S.

NIP. 19620913 199102 2 001

Motto :

" Kan kudaki sampai gunung tertinggi untuk mendapatkan apa yang ku sebut itu kehidupan "

"Sesuatu itu tidak akan terlaksana jika tidak dilakukan dengan niat yang kuat dan usaha yang keras"

" Keadilan yang sejati akan datang pada saatnya dimana yang benar akan menjadi benar dan yang salah akan terkuak "

"Berusaha menjadi diri sendiri dan percaya pada diri sendiri bahwa kita mampu untuk melakukan apa saja ditangan kita sendiri"

" Suatu kebijaksanaan pada saatnya akan di uji dimana saat itulah akan membuktikan seberapa besar jiwa yang bijak ada di dalam diri kita "

"Kritikan orang tidak akan mampu menghentikan semua langkah yang ku anggap benar, tapi kritikan itu akan menjadi jalan mulus untukku maju ke depan"

Kupersembahkan semua ini untuk...

♥ Allah SWT yang Maha dari segalanya

♥ Papa dan Mamaku Tercinta

♥ Kak icko yang selalu ada di hati

♥ Kakca dan yuk naniQ yang selalu menyemangati

♥ Malaikat kecilku, Roffa

♥ Sahabat-sahabat ku,

♥ Almamater ku,

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi ALLAH SWT, tuhan semesta alam yang memberikanku semua semangat dan kekuatan untuk menyelesaikan tugas akhir dan skripsi Pengaruh Variasi Jumlah Metanol dan Temperatur Terhadap Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn) Menggunakan Katalis KOH 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.

Beribu kata-kata tidak akan mampu meluapkan semua kebanggaan dan rasa haru penulis akan hasil karya ini yang sangat panjang perjuangannya sehingga bisa pada titik akhir ini. Ucapan terima kasih dari hati yang paling dalam penulis ucapkan kepada Ibu Fahma Riyanti M.Si selaku Pembimbing utama dan Ibu Dra. Poedji Loekitowati H, M.Si selaku pembimbing kedua, terimakasih atas waktu, bimbingan, perhatian dan kesabarannya selama ini, serta ucapan terima kasih saya ucapkan juga kepada :

- Ibu Herlina, M.Kes selaku dosen pembimbing akademik dan seluruh dosen yang telah memberi pengajaran hingga penulis dapat menyelesaikan TA dan Skripsi.
- Ibu Dra Fatma, M.S selaku ketua jurusan kimia.
- Bapak Dekan fakultas MIPA
- Ibu Dra.Elfito,M.Si selaku dosen yang baik hati yang sangat sabar mengajari dan mensupport saya selama saya menghadapi berbagai kesulitan dan permasalahan, terima kasih untuk kebaikannya bu..!!

- Keluarga saya, Papa dan kak icko yang selalu ada di hati, mama yang terus memberi motivasi, kak ca dan yuk nanik yang selalu mengingatkan, dan raffa yang selalu menggemaskan.
- Seluruh anggota Mapala SABAK yang ku sayangi, terima kasih untuk waktunya dalam membantu penelitian ini. Kalian semua adalah sahabat-sahabat menemani setiap langkahku melaju ke jelajah yang takkan mungkin terlupakan. Teruslah melestarikan apa yang kita pedomankan..!!
- Untuk teman terbaikku Catur Diah Lestari, terima kasih untuk kerja tim yang solid, motivasi, dan semangatnya selama ini dan My G untuk semangatnya.
- Seluruh angkatan 2004 FMIPA KIMIA, Diah, Ambar, Mega (kangen kumpul bersama lagi..!!), Anfud, Diza, Vita, Soni, Dodo, Afis, Adri, Kak Juli, Willian, Bang Bedi, Tomi, Ari dan semua teman-teman yang tak bisa disebut satu persatu. Terima kasih untuk pertemanannya selama ini yang takkan lekang oleh zaman.
- Teman-teman di Laboratorium (Diah, Andre, Vipy, Opet, Lilit, Alin, Wiwin Supri,dll), terima kasih atas bantuan, dukungannya dan semangat yang kalian perjuangkan untukku.

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 2010

Penulis

**THE EFFECT VARIATION OF METHANOL AMOUNT AND
TEMPERATURE ON THE BIODIESEL CHARACTERIZATION OF
KETAPANG SEED OIL (*Terminalia catappa* Linn)
USING KOH CATALYST**

By :

NEFRI INGE YANRESTI

09043130029

ABSTRACT

The research has been done on the effect Of Variation Of Methanol Amount And Temperature On The Biodiesel Characterization Of Ketapang Seed Oil (*Terminalia Catappa* Linn) Using KOH Catalyst . Variable (oil : methanol) was 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10 at temperature 40°C, 60°C, 80°C. The resulted biodiesel than were tested including parameters of density, flash point, cetane index, viscosity kinematic, carbon residue, sediment content, and water content. Biodiesel showed that the variation of ketapang seed oils and methanol amount of 80:20 at a temperature of 60°C produced optimum rendement is 84.6 % with characteristic a viscosity kinematic of 4.60 cSt, density of 0.8743g/cm³, flash point of 138°F, cetane index of 48,09, carbon residue of 0.1 % wt, the content of sediment 1,3 % wt, and water content of 0.0008% volume.

**PENGARUH VARIASI JUMLAH METANOL DAN TEMPERATUR
TERHADAP KARAKTERISASI BIODIESEL DARI MINYAK BIJI
KETAPANG (*Terminalia catappa* Linn) MENGGUNAKAN KATALIS KOH**

Oleh

NEFRI INGE YANRESTI

09043130029

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian Pengaruh Variasi Jumlah Metanol dan Temperatur Terhadap Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn) menggunakan Katalis KOH dengan cara transesterifikasi. Adapun perbandingan volume minyak biji ketapang : metanol adalah 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, dan 90:10 pada temperatur 40°C, 60°C, 80°C. Biodiesel yang dihasilkan diuji parameternya meliputi berat jenis, titik nyala, indek setana, kinematika viskositas , residu karbon, kadar sedimen, dan kadar air. Biodiesel yang dihasilkan menunjukkan bahwa perbandingan volume minyak dan metanol 80:20 pada temperatur 60°C menghasilkan jumlah rendemen terbaik yaitu 84,6 % dengan karakteristik kinematika viskositas 4,60cSt, berat jenis 0,8743 g/cm³, titik nyala 138°F, indek setana 48,09, residu karbon 0,1% berat, kadar sedimen 1,3 % berat, dan kadar air 0,008% volume.





DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
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 Ketapang (<i>Terminalia catappa</i> Linn.)	4
2.1.1 Ekstraksi Minyak Biji Ketapang	6
2.2 Biodiesel	8
2.3 Parameter Biodiesel	13
2.3.1 Bilangan Setana	14
2.3.2 Kinematika Viskositas	15
2.3.3 Titik Nyala.....	16

2.3.4 Berat Jenis	16
2.3.5 Distilasi	17
2.3.6 Residu Karbon	17
2.3.7 Kadar Air	17
2.3.8 Kadar Sedimen	18

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.2.1 Alat-alat yang Digunakan	19
3.2.2 Bahan-Bahan yang Digunakan	19
3.3 Prosedur Penelitian.....	19
3.3.1 Pengambilan dan Persiapan Sampel.....	19
3.3.2 Ekstraksi Minyak dari Biji Ketapang dengan Maserasi	20
3.3.3 Pemurnian Minyak Biji Ketapang.....	20
3.3.4 Penentuan Jumlah KOH dalam Pembuatan Metil Ester.....	21
3.3.5 Pembuatan Biodiesel (Metil ester) dengan katalis KOH	21
3.3.6 Uji Karakteristik Biodiesel (Metil Ester)	22
3.3.6.1 Indek setana (ASTM D-4737).....	22
3.3.6.2 Titik Nyala (ASTM D-93).....	22
3.3.6.3 Kinematika Viskositas (ASTM D-445).....	22
3.3.6.5 Residu Karbon (ASTM D-4530).....	23
3.3.6.6 Berat Jenis (ASTM D-1298)	23
3.3.6.7 Kadar Air (ASTM D-1774).....	24
3.3.6.8 Kadar Sedimen (ASTM D-473)	24
3.3.6.9 Distilasi (ASTM D-86).....	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Jumlah Metanol dan Temperatur Terhadap Jumlah Biodiesel (Metil Ester)	26
--	----

4.2 Uji Kualitas Biodiesel(Metil Ester)dengan Metode ASTM.....	26
4.2.1 Indek Setana	27
4.2.2 Kinematika Viskositas	28
4.2.3 Titik Nyala.....	29
4.2.4 Berat Jenis	30
4.2.5 Residu Karbon.....	30
4.2.6 Kadar Sedimen	31
4.2.7 Kadar Air.....	32

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34

DAFTAR PUSTAKA	35
----------------------	----

LAMPIRAN.....	38
---------------	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Buah dan Biji Tumbuhan Ketapang (<i>Terminalia catappa Linn</i>)	5
Gambar 2 Reaksi Pembentukan Biodiesel (Metil Ester).....	9
Gambar 3 Hubungan Antara Jumlah Rendemen Biodiesel dan Perbandingan volume minyak biji ketapang dan metanol (v/v) terhadap Variasi Temperatur	26
Gambar 4 Hubungan Antara Perbandingan volume minyak biji ketapang dan metanol (v/v) terhadap Indeks Setana	27
Gambar 5 Hubungan Antara Perbandingan volume minyak biji ketapang dan metanol (v/v) terhadap Kinematika Viskositas	28
Gambar 6 Hubungan Antara Perbandingan volume minyak biji ketapang dan metanol (v/v) terhadap Titik Nyala... ..	29
Gambar 7 Hubungan Antara Perbandingan volume minyak biji ketapang dan metanol (v/v) terhadap Berat Jenis.....	30
Gambar 8 Hubungan Antara Perbandingan volume minyak biji ketapang dan metanol (v/v) terhadap Residu Karbon	31
Gambar 9 Hubungan Antara Perbandingan volume minyak biji ketapang dan metanol (v/v) terhadap Kadar Sedimen	32
Gambar 10 Hubungan Antara Perbandingan volume minyak biji ketapang dan metanol (v/v) terhadap Kadar Air	33

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Komposisi Biji Ketapang	6
Tabel 2 Sifat Fisiko Kimia Minyak Biji Ketapang	7
Tabel 3 Data Spesifikasi Kualitas Biodiesel	14
Tabel 4 Data Perolehan Biodiesel (Metil Ester)	38
Tabel 5 Data Penentuan Kualitas Biodiesel dengan Metode ASTM	38
Tabel 6 Data Perolehan Minyak Biji Ketapang	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Hasil Penelitian	38
Lampiran 2 Perhitungan	40
Lampiran 3 Gambar Tanaman Ketapang	44
Lampiran 4 Gambar Minyak Ketapang dan Biodiesel.....	45
Lampiran 5 Gambar Alat.....	46

BAB I

PENDAHULUAN



I.1 Latar Belakang

Pengurangan subsidi bahan bakar minyak (BBM) yang dilakukan oleh pemerintah bertujuan untuk menekan defisit APBN dan menyesuaikan harga BBM dengan harga pasar internasional, secara tidak langsung berakibat harga BBM akan naik. Bahan bakar minyak yang berbahan baku fosil ini tergolong bahan bakar yang tidak terbarukan. Penggunaan BBM terus menerus dan cenderung meningkat akibat pertumbuhan penduduk dan industri, sementara cadangan minyak yang semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui sangat potensial menimbulkan krisis energi pada masa yang akan datang. Untuk itu, cara mengatasi ketergantungan pada BBM yaitu pemerintah mengadakan diversifikasi energi yang terbarukan, salah satunya adalah energi alternatif yang berasal dari minyak tanaman (Erliza dkk, 2007).

Penelitian yang dikerjakan adalah pembuatan biodiesel berupa metil ester dari minyak biji ketapang (*Terminalia catappa* Linn) yang berpotensi menggantikan bahan bakar solar. Kandungan minyak di dalam biji ketapang yang telah diteliti oleh Riyanti dkk (2006) adalah sebesar 56,66 % b/v sedangkan minyak dari biji ketapang yang di dapat dari hasil penelitian ini adalah sebesar 60%. Menurut penelitian Suryani (2009), pembuatan metil ester dengan katalis NaOH menghasilkan suatu biodiesel (metil ester) dengan rendemen optimum yaitu 76,13 % v/v. Pada penelitian kali ini katalis yang digunakan berbeda dari penelitian sebelumnya yaitu katalis KOH. Penggunaan katalis yang berbeda

bertujuan yaitu untuk mengetahui kondisi dan rendemen optimum metil ester yang dihasilkan oleh katalis KOH pada perbandingan volume minyak biji ketapang (*Terminalia catappa* Linn) dan metanol yaitu 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, dan 90:10 dengan temperatur yang bervariasi yaitu 40°C, 60°C, 80°C dengan mengekstraksi minyak biji ketapang menggunakan metoda ekstraksi pelarut salah satunya adalah dengan metode maserasi.

Keunggulan dari katalis KOH yaitu lebih mudah larut dalam metanol dari pada NaOH. Dalam kondisi tertentu NaOH akan membuat produk samping gliserol yang berubah menjadi gel sedangkan KOH sedikit membuat produk samping dan KOH mempunyai energi ionisasi yang lebih kecil dari pada NaOH sehingga mudah membentuk senyawa (Anonim, 2004). Penggunaan katalis yang berbeda yaitu pada penelitian Suryani (2009) menggunakan katalis NaOH dan pada penelitian ini menggunakan katalis KOH bertujuan untuk menunjukkan katalis yang terbaik pada untuk penelitian biodiesel ini.

I.2 Rumusan Masalah

Penelitian terhadap bahan bakar nabati memberikan prioritas pada pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan guna menggantikan energi fosil secara bertahap serta dapat mengurangi kadar emisi gas buang dan efek rumah kaca (Prihandana dkk, 2006). Pada penelitian ini dipelajari lebih lanjut tentang perbandingan volume minyak biji ketapang (*Terminalia catappa* Linn) dan metanol pada temperatur yang bervariasi dengan menggunakan katalis KOH untuk menghasilkan biodiesel (metil ester) yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti solar yang semakin menipis keberadaannya. Biodiesel (metil

ester) yang dihasilkan diuji karakterisasinya yaitu indek setana, titik nyala, kinematika viskositas, kadar sulfur, residu karbon, berat jenis, kadar air, dan kadar sedimen.

1.3 Tujuan Penelitian

Menentukan rendemen biodiesel (metil ester) optimum dan kualitas optimum dari biodiesel (metil ester) pada perbandingan volume minyak biji ketapang : metanol (v/v) yaitu 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, dan 90:10 dengan variasi temperatur yaitu 40°C, 60°C dan 80°C menggunakan katalis KOH.

1.4 Manfaat Penelitian

Energi yang dihasilkan oleh biodiesel relatif tidak jauh berbeda dengan petroleum diesel (solar) sehingga tenaga yang dihasilkan juga sama. Penggunaan biodiesel dapat mengurangi emisi CO₂ total, partikel, dan sulfur dioksida. Kelebihan dari segi lingkungan adalah tingkat toksisitasnya 10 kali lebih rendah dari minyak bumi. Diharapkan penelitian ini akan diperoleh sumber energi baru biodiesel sebagai alternatif pengganti solar yang kuantitasnya semakin berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Allison J.P., 1973, *Criteria for Quality of Petroleum Products*, Applied Science Publisher, Ltd, London
- Anonim, 1996, *Bahan Bakar Minyak Pertamina*, Edisi Maret, Direktorat Pembekalan dan Pemasararan Dalam Negeri, Pertamina Plaju
- Anonim, 2003, *Terminalia catappa* – Tropical Almond, [www.wikipedia.org/wiki/Terminalia catappa](http://www.wikipedia.org/wiki/Terminalia_catappa), diakses tanggal 22 Febuari 2010
- Anonim, 2004, Sifat Kimia KOH, www.wikipedia.com, diakses tanggal 22 Febuari 2010
- 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
- Christian,A., & Ukhum,M.E., 2006, Nutritional Potential Of the Nut. Of Tropical Almond (*Terminalia catappa* Linn), *Pakistan Journal Of Nutrition* (4) : 334 – 336
- Darmilah, 1989, *Evaluasi Berbagai Pelarut Untuk Mengekstraksi*, *Makalah Seminar Peranan Kimia Dalam Mengembangkan Agribisnis*, Himpunan Kimia Indonesia, Ujung Pandang
- Darmawan,E., 2005, *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Jarak dengan Proses Transesterifikasi dan dengan Katalis KOH*, Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- Darnoko,D., dan Munir,C., 2002, *Kinetic of Palm Oil Transesterification a Batch Reactor*, University of Illinois. Department of Food Science and Human Nutrition., Colorado, USA
- Dermibas,A., 2008, *Progress and Recent Trend in Biodiesel Fuel*, *Energy Conversion and Management*, Turkey, hal 1-31
- Erliza,H., Siti,M., Armansyah,H.T., Abdul,W.P., & Roy,H., 2007, *Teknologi Biodiesel*, Jilid 1, Edisi pertama, Argo Media Pustaka, Tangerang
- Gilman,E., and Watson,D.G., 1994, *Terminalia Catappa Tropical Almond Fast Sheet*, ST 626 , Florida, 1-3



- Hardjono,A., 2000, *Teknologi Minyak Bumi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Jauhari,Z., 2001, *Proses Esterifikasi Minyak Sawit Mentah (CPO) Menjadi Bahan Bakar Diesel Menggunakan Sistem Reaktor Membrane*, Tesis, Program Studi Teknik Kimia Program Pasca Sarjana Unsri, Palembang
- Jamil, S., 1999, *A Combined Catalys and Sorbent for Enhancing Hydrogen Production from Coal or Biomass*, Iowa State University,Ames.
- Kirk, R, E., and Othmer, DF., 1992, *Encyclopedia of Chemical Technology*, The Interscience Encyclopedia Inc, New York
- Mahon, 1992, *Diesel Generator Handbook*, Part of reed International Books, London
- Manningara, 2006, *Sintesis Biodiesel (Metil Ester) dari Minyak Biji Karet (Hevea brasiliensis) Hasil Ekstraksi*, Skripsi, Universitas Indonesia.
- Petrucci, Ralph H., 2000, *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*, Jilid 2, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta
- Prihandana, R., Roy,H., dan Makmuri,N., 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
- Ramadhas,A.S.S., Jayaray, C., Mulareedharan, 2004, Biodiesel Production From High FFA Rubber Seed Oil Fuel, *Journal*, hal.335-340, London
- Riyanti,F., Poedji, L.H., Heni, 2006, *Analisa Kandungan Kimia Biji Ketapang*, Laporan Penelitian, Universitas Sriwijaya
- Riyanti,F., Poedji, L.P., Dessy,R., 2007, *Pengaruh Jenis Pelarut, Lama Ekstraksi dan Temperatur Ekstraksi terhadap Kualitas Minyak Biji Ketapang*, Laporan Penelitian, Universitas Sriwijaya
- Sidjabat,R.Y., 1995. *Study Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit menjadi Bahan Bakar Motor Setara Solar*, Proceedings Diskusi Ilmiah VIII PPPTMGB Lemigas, Jakarta
- Syauki,F., and Gustaman,F., 2003, *Metil Ester dari Esterifikasi Asam Lemak Bebas Minyak Sawit dengan Katalis Padar Amberlite dan Dowex*, Departemen Teknik Kimia-ITB, Bandung.

- Suryani, Irma, 2009, *Pengaruh Variasi Jumlah Metanol dan Temperatur Terhadap Karakteristik Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (Terminalia catappa Linn) dengan Katalis NaOH*, Skripsi, Universitas Sriwijaya, Palembang
- 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
- Widiono,B., 1995, *Alkoholisis Minyak biji Jarak dalam Reaktor Kolom Berpuls Secara Sinambung Ditinjau dari Segi Kinetika*, Tesis, Fakultas Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta
- Yossy,P., dan Lediana,A.P., 2005, *Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Sebagai Bahan Metil Ester*, Universitas Sriwijaya.