

**PENGARUH TEMPERATUR PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI
PEMBUATAN BIODIESEL DARI BIJI KAPUK**



**Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Kimia
Universitas Muhammadiyah Palembang**

OLEH:

MERCELLY INDAH RAHAYU (12 2014 065)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mercelly Indah Rahayu
Tempat/Tanggal lahir : Palembang, 24 Februari 1996
NIM : 122014065
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara full text untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Agustus 2018



Mercelly Indah Rahayu



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623, Telp. (0711) 518764, Fax (0711) 519408
Terakreditasi B dengan SK Nomor: 396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nama : MERCELLY INDAH RAHAYU
NRP : 12.2014.065
Judul Tugas : **“PENGARUH TEMPERATUR PADA PROSES
TRANSESTERIFIKASI PEMBUATAN BIODIESEL DARI
BIJI KAPUK”**

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Prodi Teknik Kimia Pada Tanggal Tiga
Puluh Bulan Agustus Dua Ribu Delapan Belas.
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, 31 Agustus 2018

Ketua Tim Penguji

Dr. Ir. Marhaini, MT
NIDN : 0005096804

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir
Prodi Teknik Kimia

Ir. Legiso, M.Si
NIDN : 0217086803

Menyetujui,

Pembimbing I

Dr. Ir. Marhaini, MT
NIDN : 0005096804

Pembimbing II

Heni Juniar, ST., MT
NIDN : 0023038208

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMP

Dr. Ir. Roni A. Roni, MT
NIDN : 022707004

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP

Ir. Legiso, M.Si
NIDN : 0217086803

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH TEMPERATUR PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI
PEMBUATAN BIODIESEL DARI BIJI KAPUK**

OLEH :

MERCELLY INDAH RAHAYU 122014065

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Dr. Ir. Marhaini, MT

NIDN : 0005096804

Pembimbing II

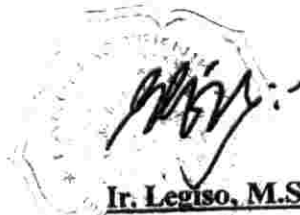


Heni Juniar, ST., MT

NIDN :0202067101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMP



Ir. Legiso, M.Si

NIDN :0217086803

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH TEMPERATUR PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI
PEMBUATAN BIODIESEL DARI BIJI KAPUK**

OLEH :

MERCELLY INDAH RAHAYU 122014065

**Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 30 Agustus 2018
di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Tim Penguji :

1. Dr. Ir. Marhaini, MT

()

2. Heni Juniar, S.T, M.T

()

3. Ir. Dewi Fernianti, M.T

()

4. Dr. Mardwita, M.T

()

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik UMP



Dr. Ir. Kgs. A. Roni, MT

NIDN : 0227077004

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP



Ir. Legiso, M.Si

NIDN : 0217086803

MOTTO

- * Awali tujuan hidup dengan mimpi karena mimpi yang akan melahirkan impian. Sebab Impian adalah jembatan menuju kesuksesan dan keyakinan merupakan kunci dari kesuksesan
- * Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. (Q.S Al-Insyirah 6-7)
- * Kesuksesan hidup adalah mendapatkan kebahagiaan, kunci Kebahagiaan adalah seberapa besar kita bersyukur akan nikmat-nya. Semakin kita bersyukur, semakin pula kita bahagia

Terucap syukur kepada Allah SWT Skripsi ini Kupersembahkan untuk :

- * Kedua orang tuaku tercinta, Ayah dan ibu yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan dukungan kepadaku
- * Kakak ku Ulfa Hardiansyah dan adikku Muhammad Robby Anggara yang selalu menyemangati dan memberikan support padaku.
- * Dosen Pembimbingku, ibu Dr. Ir. Marhaini, MT dan ibu Heni Juniar, ST., MT yang telah berbagi ilmu dalam mengajarkan dan membimbingku dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
- * Sahabatku dan orang-orang terdekatku, Dea Putri Utami, A.Md.Gz, Retno Mey Asty, Utari Maya Sari, Diana Gumelar Marpelani, Nina Alpika Sari, Inda Armila, Devi Novita Sari Serta Teman-teman seperjuangan angkatan 2014, kakak tingkat, adik tingkat terima kasih atas semangatnya.
- * Almamater Hijauku Teknik Kimia UM Palembang.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan Kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan Karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yaitu penelitian yang berjudul **“PENGARUH TEMPERATUR PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI PEMBUATAN BIODIESEL DARI BIJI KAPUK”** ini dengan baik. Tugas akhir penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu di Fakultas Teknik Jurusan Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang dan bertujuan untuk menggali dan menerapkan ilmu yang telah didapat selama kuliah.

Penyusun menyadari bahwa di dalam penyusunan Penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak agar penyusunan Penelitian ini dapat lebih sempurna. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Kgs. A. Roni, MT. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Ir. Legiso, M.Si Sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Netty Herawati, ST,MT. Sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Dr. Ir. Marhaini, MT Sebagai pembimbing I.
5. Heni Juniar, ST., MT Sebagai pembimbing II.
6. Staf Pengajar dan Karyawan di Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Kedua Orang Tua yang telah mensupport dan memberikan semangat sampai akhirnya selesai kuliah.

8. Teman-teman seperjuangan angkatan 2014 di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.

Semoga tugas Penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua, amin

Palembang, Agustus 2018

Penyusun,

ABSTRAK

PENGARUH TEMPERATUR PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI PEMBUATAN BIODIESEL DARI BIJI KAPUK

Marhaini¹, Heni Juniar², Mercelly Indah Rahayu³

**Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah, Palembang, Indonesia**

Biji buah kapuk memiliki kandungan utama minyak murni yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Minyak dalam biji kapuk dapat dipisahkan dari biji kapuk dengan cara ekstraksi. Penelitian dilakukan dengan mengekstrak minyak biji kapuk dengan menggunakan pelarut n- heksana, dilakukan dalam seperangkat alat ekstraksi sokhlet. penelitian dilakukan dengan variasi suhu, kecepatan pengaduk, perbandingan pelarut dan bahan, serta serbuk biji kapuk. Jenis katalis yang digunakan adalah TiO_2 . Dalam penelitian ini adalah lama pengadukan, dengan variasi suhu $30^\circ C$ $40^\circ C$ $45^\circ C$ $50^\circ C$ dengan waktu lama pengadukan 120 menit. Biodiesel yang diperoleh dianalisis menggunakan FTIR dan diuji parameternya meliputi massa jenis, viskositas, titik nyala.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter minyak biji kapuk mempunyai massa jenis dan viskositas sebesar $861,57 \text{ kg/m}^3$ dan $4,5974 \text{ cSt}$. Gugus fungsi yang terdapat pada minyak biji kapuk yaitu $-OH$ alkoholik, $C-H$, $-CO-O$ ester, $C=C$ dan $C-O$ ester. Karakter biodiesel BA, BB, BC dan BD meliputi: massa jenis berturut-turut sebesar $861,2$; $861,5$; $862,4$ dan $863,2 \text{ kg/m}^3$, viskositas berturut-turut sebesar $2,9159$; $2,1085$; $2,1173$ dan $2,1216 \text{ cSt}$, titik nyala berturut-turut sebesar $30,33$; 36 dan $46^\circ C$. Gugus fungsi yang terdapat pada biodiesel yaitu $-OH$ dari $-CO-OH$, $C-H$, $-CO-O$ ester, $C=C$ dan $C-O$ ester. Biodiesel memiliki nilai massa jenis dan titik tuang yang sudah sesuai dengan SNI 7182:2012, namun nilai viskositas, titik nyala belum memenuhi standar.

Kata kunci : Minyak Biji Kapuk, Minyak Biodiesel

ABSTRACT

EFFECT OF TEMPERATURE ON TRANSESTERIFICATION PROCESS BIODIESEL FOR CEIBA PENTANDRA OIL

Marhaini¹, Heni Juniar², Mercelly Indah Rahayu³

**Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering,
Muhammadiyah University, Palembang, Indonesia**

Ceiba Pentandra seeds have the main content of pure oil which has high economic value. Oil in kapok seeds can be separated from kapok seeds by extraction. The study was conducted by extracting kapok seed oil using n-hexane solvent, carried out in a set of Soxhlet extraction tools. The research was carried out with variations in temperature, speed of stirrer, comparison of solvents and ingredients, as well as kapok seed powder. The type of catalyst used is TIO₂. In this study is the duration of stirring, with a temperature variation of 30oC 40 oC 45 oC 50 oC with a stirring time of 120 minutes. The obtained biodiesel was analyzed using FTIR and the parameters tested included density, viscosity, flash point.

The results showed that the character of ceiba pentandra oil had a density and viscosity of 861.57 kg / m³ and 4.5974 cSt. The functional groups found in kapok seed oil are alcoholic OH, C-H, CO-O esters, C = C and C-O esters. Characteristics of biodiesel BA, BB, BC and BD include: density of 861.2; 861.5; 862.4 and 863.2 kg / m³, respectively the viscosity of 2.9159; 2,1085; 2.1173 and 2.1216 cSt, the flash point is 30; 33; 36 and 46oC. The functional groups contained in biodiesel are -OH from -CO-OH, C-H, -CO-O esters, C = C and C-O esters. Biodiesel has density and pour point values that are in accordance with SNI 7182: 2012, but viscosity values, flash points do not meet the standards.

Keywords: Ceiba Pentandra Oil, Biodiesel Oil

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pohon Kapuk	4
2.2 Minyak Biji Kapuk	6
2.3 Biodiesel.....	6
2.4 Ekstraksi	8
2.5 Transesterifikasi.....	9
2.6 Metanol.....	11
2.7 TiO ₂	12
BAB III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14

3.2	Alat dan Bahan	14
3.3	Bagan Alir Penelitian	15
3.4	Prosedur Percobaan.....	17
3.5	Teknik Analisa Data.....	18
3.6	Cara Analisa Hasil.....	20
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Hasil Penelitian	21
4.2	Hasil Pembahasan	24
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		30
5.1	Kesimpulan.....	30
5.2	Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN.....		34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Kandungan Gizi Per 100 gr Biji Kapuk.....	5
1.2 Sifat Fisik Minyak Biji Kapuk.....	6
1.3 Standar Mutu Biodiesel.....	7
4.1 Data Hasil Ekstraksi Sokhlet.....	21
4.2 FFA Minyak Biji Kapuk.....	21
4.3 Rendemen Biodiesel.....	22
4.4 Data Hasil Uji Massa Jenis Biodiesel.....	22
4.5 Data Hasil Uji Viskositas.....	23
4.6 Data Hasil Titik Nyala.....	23
4.7 Warna.....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
4.1 Rendemen Biodiesel	25
4.2 Grafik Hubungan Massa Jenis Biodiesel	26
4.3 Grafik Hubungan Viskositas	27
4.4 Grafik Hubungan titik nyala.....	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak awal Rudolf Diesel memang memperkenalkan mesin diesel yang berbahan bakar minyak kacang tanah. Ia mendemostrasikan mesin tersebut dalam World's Exhibition di Paris, 1990. Dalam perkembangannya bahan bakar solar dari turunan minyak lebih banyak digunakan dengan harga murah dari subsidi pemerintah dimana bahan bakar dari minyak bumi menjadi pilihan selama bertahun-tahun. (Susilowati,2006)

Namun akibat dari pemakaian bahan bakar terus menerus mengakibatkan ketersediaan bahan bakar minyak semakin menipis. Oleh karena itu diperlukan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui seperti biodiesel. Secara umum biodiesel minyak nabati dapat terurai secara biologis dan lebih sempurna lebih dari 90 % dalam waktu 21 hari dari pada bahan bakar minyak bumi sekitar 20 % dalam waktu 21 hari. (Handoyono,2007)

Kapuk randu merupakan pohon tropis yang tergolong ordo Malvales dan famili Mulvace. Dimana kapuk randu ini berasal dari bagian utara Amerika Selatan, Amerika Tengah dan Karibia. Biji kapuk ini memiliki kandungan minyak murni yang dapat dipisahkan dari biji kapuk dengan cara ekstrasi (Oktaviani dkk,2014). Kapuk randu umumnya tumbuh dikawasan pinggir pantai serta lahan-lahan dengan ketinggian 700 meter diatas permukaan laut. Jenis pohon ini mulai berbunga dan berbuah pada usia 5-6 tahun dengan masa panen dilakukan setelah biji-biji kapuk bewarna kuning kelabu.

Secara tradisional kapuk digunakan sebagai bahan pembuat atau pengisi kasur. Kapuk sendiri menghasilkan buah yang terdiri dari serat dan bijinya. Seratnya biasa digunakan untuk pembuatan kasur dan bantal, sedangkan untuk bijinya belum begitu dimanfaatkan bahkan dibuang sebagai limbah. Untuk alasan ini jadi biji kapuk tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku potensial untuk produksi biodiesel.

Biji kapuk memiliki kandungan utama minyak yang apabila diolah dapat menghasilkan minyak nabati yang telah mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi dari biji kapuk. Saat ini biji kapuk masih belum banyak dimanfaatkan, padahal apabila biji kapuk diolah untuk diambil minyaknya akan sangat menguntungkan. Minyak biji kapuk memiliki kelayakan sebagai bahan baku biodiesel berkelanjutan karena budidaya sederhana dan waktu yang singkat panen 4-5 bulan (Handayani,2013). Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah pengkonversian asam lemak menjadi biodiesel dapat dilakukan secara transesterifikasi dengan menggunakan katalis.

Penyusun utama minyak biji kapuk adalah trigliserida. Melalui proses transesterifikasi, minyak biji kapuk diharapkan dapat diperoleh hasil berupa alkyl ester atau biodiesel dengan hasil samping gliserol. Kandungan minyak biji kapuk sekitar 25 % - 40 %. Minyak biji kapuk memiliki 15-20 % asam lemak jenuh dan 80% - 85 % asam lemak tak jenuh (Yuniwati,2012)

Dari uraian diatas maka peneliti membahas mengenai pemanfaatan biji kapuk sebagai bahan bakar alternatif biodiesel dalam penanggulangan masalah kelangkaan bahan bakar minyak bumi. Penelitian pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak biji kapuk ini sangat penting dilakukan. Karena kandungan minyak pada biji kapuk ini lumayan besar sekitar 25 % - 40% dan layak untuk dijadikan biodiesel. Begitu juga dengan katalis, katalis yang komersil digunakan para peneliti adalah katalis yang bersifat homogen, sehingga sulit untuk dipisahkan dari produk reaksinya. Dari hasil pengamatan salah satu alternatif katalis yang dapat digunakan sebagai pengganti katalis komersil tersebut adalah TiO_2 . Katalis ini terbukti telah efektif dalam mengkatalisasi reaksi transesterifikasi asam lemak. Selain terbukti efektif katalis ini bersifat heterogen, yang mudah untuk dipisahkan dari produk dan katalis ini juga dapat di daur ulang.

Secara komersial TiO_2 merupakan semi konduktor oksida logam, TiO_2 merupakan material semi konduktor yang aktif sebagai fotokatalis. Hal ini karena TiO_2 memiliki aktivitas fotokatalis yang tinggi, material yang murah, mudah diperoleh, tidak beracun, bersifat amfifilik dan tahan korosi.

Teknologi fotokatalis yang memanfaatkan energi foton dengan katalis semikonduktor TiO_2 merupakan alternatif proses yang efektif dan potensial untuk

dikembangkan dalam produksi biodiesel. Keunggulan sifat inilah yang menyebabkan TiO_2 lebih diminati sebagai material terapan dibandingkan semikonduktor lainnya. (Gunlazuardi,2001).

1.2 Permasalahan

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur terhadap proses transesterifikasi biodiesel dari biji kapuk ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan TiO_2 pada proses transesterifikasi ?
3. Bagaimana karakteristik massa jenis,viskositas,titik nyala, dan gugus fungsi biodiesel pada proses transesterifikasi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pengaruh variasi temperatur terhadap proses transesterifikasi biodiesel dari biji kapuk.
2. Mengetahui pengaruh penambahan TiO_2 pada proses transesterifikasi
3. Mengetahui karakteristik massa jenis, viskositas ,titik nyala ,warna gugus fungsi biodiesel pada proses transesterifikasi yang di pengaruhi oleh temperatur.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Untuk meningkatkan kualitas minyak biji kapuk randu sehingga dapat dijadikan bahan bakar alternatif biodiesel.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya teknologi biodiesel.
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh lama pengadukan pada proses transesterifikasi pada pembuatan biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Andaka, G., 2008, Hidrolisis Minyak Biji Kapuk dengan Katalisator Asam Klorida, *Jurnal Rekayasa Proses AKPRIND Yogyakarta*, 45-48.
- Aprianto, L., 2003, Konversi Polietilena dari Sampah Plastik Menjadi Hidrokarbon Cair dengan Bantuan Katalis Zeolit Alam, Skripsi, Semarang: Jurusan Kimia, FMIPA, UNDIP.
- Amalia., (2016) Pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk menggunakan fotokatalis komposit $K_2O\text{-}TiO_2/\text{Zeolit}$ sebagai energi alternative ramah lingkungan laporan
- Bradin, D.S., 1996, Biodiesel Fuel, *U.S. PATENT No. 5,578,090*.
- Bradshaw, G.B., Meuly, W.C., 1944, *Preparation of Detergent*, *U.S. Patent No. 2,360,844*.
- Destianna, 2007, Intensifikasi Proses Produksi Biodiesel, Karya tulis ilmiah, Bandung: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, ITB.
- Dewajani, Heny. 2008. Potensi Minyak Biji Randu (*Ceiba pentandra*) Sebagai Alternatif Bahan Baku Biodiesel, Laboratorium Satuan Operasi Skala Kecil. Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang.
- Dyah, S. P., 2011, Produksi Biodiesel dari Mikroalga *Chlorella Sp* dengan Metode Esterifikasi In-Situ, Tesis, Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Fakuda, H., Kondo, A. & Nonda, H., 2001, *Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils*, *Thesis*, *J Biosci Bioeng*, Hlm 405-416.
- Fujishima, AK., Hasimoto, K., Watanabe, T. 1999. TiO_2 Photocatalysis Fundamental and Application. Japan: Koyo printing.
- Guo, F. & Fang, Z., 2011, Biodiesel Production with Solid Catalysts, *Karya tulis ilmiah*, China: Academy of sciences, Hlm 340-354.
- Handayani, N. A., dkk., 2013, *Biodiesel Production from Kapok (Ceiba Pentandra) Seed Oil Using Naturally Alkaline Catalyst as an Effort of Green Energy and Technology*, *Int. Journal of Renewable Energy Development(IJRED)*, 169-173.
- Handoyo, R., 2007, Biodiesel dari Minyak Biji Kapok, *Jurnal Enjiniring Pertanian UGM*, 57-64.

- Harahap, M.F., Thamrin. & Bahri, S., 2011, Pengolahan Limbah Ikan Patin Menjadi Biodiesel, *Thesis*, Pekanbaru: Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana, UR.
- Hambali, S. (2006). Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hernanda, S., 2013, Pembuatan Biodiesel dari Limbah Ikan Baung (*Hemibagrus numerus*) dengan Katalis Padat Lempung, *Skripsi*, Pekanbaru: Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UR.
- Hikmah, M.N., & Zuliyana., 2010, Pembuatan Metil Ester Dari Minyak Dedak Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Dan Transesterifikasi, *Skripsi*, Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNDIP.
- Hui, y.h., 1996, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Vol 5, Jhon Wiley 7 Sons Inc, New York.
- James T.R., 1989, Principles of Catalyst Development, *Plenum Press*, New York.
- Manurung, Renita., 2006, Transesterifikasi Minyak Nabati *Jurnal Teknologi USU*, 2-5
- Maulana, F., Dkk, 2011, Penambahan Tetrahydrofuran Sebagai Co-Solvent pada Proses Produksi Biodiesel dari Minyak biji kapuk, *Jurnal Hasil Penelitian industri*, 44-51.
- Maygasari, D.A., 2010, Optimasi Proses Aktivasi Katalis Zeolit Alam Dengan Uji Proses Dehidrasi Etanol, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Proses UNDIP*,
- Mujnisa. 2007 dalam Dewajani, Heny. 2008. Potensi Minyak Biji Randu (*Ceiba pentandra*) sebagai Alternatif Bahan Baku Biodiesel. Laboratorium Satuan Operasi Skala Kecil Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang.
- Mittlebach, M., dan Remschmidt, C., 2004, "*Biodiesel The Comprehensive Handbook*". Vienna: Boersdruck Ges.m.bH.
- Melvita, Elda., Fatmawati., Oktaviani, Santy. 2014. Ekstraksi Minyak Biji Kapuk dengan Metode Ekstraksi Sokhlet *Teknik Kimia*. 20(1):20-27
- Poltak F., N., 2013, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk dengan Proses Esterifikasi Transesterifikasi, *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri UNDIP*, 262-266.
- Qing S., Bolun, Y., Hong, Y., Song, Q., and Gangli, Z., 2007. Synthesis of Biodiesel from Soybean Oil and Methanol Catalyzed by Zeolite Beta Modified with La^{3+} . *Catalysis Communications* 8, page 2159–2165.

- Silitonga, A.S., et al, 2012, Ceiba Pentandra a Fesible Non-edible Source for Biodiesel Production, IGEC-DCCE2012-110, 1-9.
- Supriyanto, H. 2007. Pelapisan Nanomaterial TiO₂ Fasa Anatase pada Nilon Menggunakan Bahan Perikat Aica Aibon dan Aplikasinya sebagai Fotokatalis. Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi Edisi Khusus, ISSN. 1997-088V.
- Timu, Glen Stewart dkk. 2012. Analisa Sebagai Campuran Bahan Bakar Biodiesel. Proton.