

**ALKOHOLISIS MINYAK KEMIRI MENJADI BIODIESEL DENGAN
KATALIS LIMBAH PERENKAHAN PERTAMINA RU III
PALEMBANG**

**(PENGARUH PERSENTASE MINYAK KEMIRI *Aleurites molluccana*
TERHADAP PEREAKSI DAN KATALIS)**

**IRMA SUSANTI
94218010**



TESIS

Untuk memperoleh gelar Megister dalam bidang Ilmu Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang
Dengan wibawa Rektor Universitas Muhammadiyah Pelambang
Dipertahankan pada tanggal 30 Agustus 2021
Di Universitas Muhammadiyah Palembang

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

TAHUN 2021

**ALKOHOLISIS MINYAK KEMIRI MENJADI
BIODIESEL DENGAN KATALISATOR LIMBAH
PERENKAHAN MINYAK BUMI PERTAMINA RU
III PLAJU PALEMBANG**

**(PENGARUH PERSENTASE MINYAK KEMIRI
Aleurites molluccana TERHADAP PEREAKSI DAN
KATALIS)**

TESIS

NAMA : IRMA SUSANTI

NIM : 94218010

Disetujui untuk disampaikan kepada Panitia Penguji
Pada tanggal 30 Agustus 2021

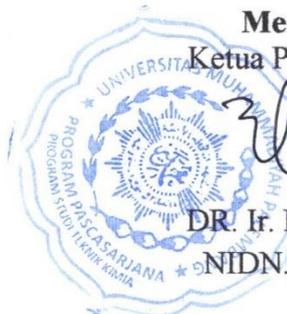
Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua


DR. Ir.,Kgs. Ahmad Roni, M.T
NIDN.0227077004


DR. Ir.H. Muhammad Faisal, DEA
NIDN. 0014055803

Mengetahui
Ketua Program Studi




DR. Ir. Elfidiah, M.T
NIDN. 020206640

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Irma Susanti
NIM : 94218010
Program Studi : Teknik Kimia

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik magister baik di Universitas Muhammadiyah maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain terkecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencantuan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, Oktober 2021

Yang membuat pernyataan


Irma Susanti

ABSTRAK

Minyak kemiri merupakan salah satu jenis minyak nabati yang memiliki kandungan asam lemak yang cukup tinggi dan berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel. Sebab biji kemiri memiliki beberapa kandungan asam lemak, yaitu 0,202% asam kaprat, 6,32% asam palmitat, 2,31% asam stearate, 26,93% asam oleat, 38,52% asam linoleat, dan 25,25% asam linolenat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi optimal dalam pembuatan biodiesel dengan metode transesterifikasi dengan menggunakan katalis limbah bekas proses perengkahan Pertamina Unit III Palembang. Berdasarkan hasil dari reaksi alkoholisis minyak kemiri dengan kondisi operasi tekanan diatas 1 atm, dan katalis yang digunakan berupa katalis buangan perengkahan minyak bumi, pada proses transesterifikasi reaksi kimia yang terjadi yaitu reaksi kimia dengan orde satu semu terhadap gliserid, dan berlangsung dalam fase cair. Kondisi operasional yang optimal berada pada suhu 383°K dan kecepatan pengadukan 300 rpm, dengan perbandingan ekivalen minyak/methanol 5 mg/mg, dan persentase katalisator sebanyak 2% dengan konversi biodiesel sebesar 92,089%.

Kata kunci: Alkoholisis, Biodiesel, Katalis, Minyak Kemiri

ABSTRACT

Candlenut oil is one type of vegetable oil that has a high content of fatty acids and has the potential to be used as raw material for biodiesel production. Because candlenut seeds contain several fatty acids, namely 0.202% capric acid, 6.32 palmitic acid, 2.31% stearic acid, 26.93% oleic acid, 38.52% linoleic acid, and 25.25% linolenic acid. This study aims to obtain the optimal composition in the manufacture of biodiesel using the transesterification method using waste catalysts from the cracking process of Pertamina Unit II Palembang. Based on the results of the alcoholysis reaction of candlenut oil with operating conditions of pressure above 1 atm, and the catalyst used in the form of a petroleum cracking waste catalyst, in the transesterification process the chemical reaction that occurs is a chemical reaction with pseudo-first order to glycerides, and takes place in the liquid phase. Optimal operating conditions are at a temperature of 383°K and agitation speed of 300 rpm, with an equivalent ratio of oil/methanol 5 mgek/mgek, and the percentage of catalyst as much as 2% by conversion of biodiesel amounted to 92.089%.

Keywords: Alcoholysis, Biodiesel, Catalyst, Candlenut Oil

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Pustaka.....	7
1. Kemiri	7
2. Biodiesel	8
3. Alkoholisis	15
4. Katalisator	18
5. Konsentrasi Perekasi.....	20
6. Perbandingan Perekasi.....	20
7. Ethanol.....	21
B. Kerangka Pemikiran.....	24
1. Pengaruh Jumlah Katalis Terhadap Biodiesel	24
2. Perlakuan Terhadap Minyak Kemiri	25
3. Analisis Karakteristik Biodiesel.....	26
C. Hipotesa	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu Dan Tempat	29
B. Bahan Dan Alat.....	29
C. Variabel Penelitian	31
D. Prosedur Penelitian.....	31
E. Metode Penelitian.....	32
F. Matrik Penelitian.....	32

G. Parameter Penelitian.....	33
H. Jadwal Penelitian.....	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Pembahasan	
1. Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Kemiri.....	35
2. Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) Biodiesel	36
3. Pengaruh Persentase Katalisator Dalam Proses Transesterifikasi Minyak Kemiri	37
4. Pengaruh Perbandingan Ekivalen Minyak Kemiri.....	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	43
B. Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

1. Persamaan reaksi alkoholisis minyak nabati	17
2. Rumus Kimia Ethanol	21
3. Rangkaian Alat etanolisis minyak biji kemiri.....	30
4. Hubungan antara $-\ln(1-XA)$ dengan waktu dan persentase katalis	39
5. Hubungan suhu dengan k'	39
6. Hubungan antara $-\ln(1-XA)$ dengan waktu dan persentase katalis	41
7. Hubungan suhu dengan k' perbandingan pereaksi.....	41

DAFTAR TABEL

1. Kandungan Asam Lemak Minyak Biji Kemiri.....	8
2. Data Sifat Fisiko-Kimia Minyak Hasil Ekstraksi Biji Kemiri.....	8
3. Matrik Penelitian.....	32
4. Jadwal Penelitian.....	34
5. Hasil analisa kadar asam lemak bebas minyak kemiri	36
6. Hasil analisa kadar asam lemak bebas Biodiesel	36
7. Hasil Konversi pengaruh persentase katalisator	38
8. Hasil Konversi Biodiesel pada pengaruh perbandingan.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Konsumsi energi di Indonesia cenderung meningkat setiap tahun. Dengan cadangan Bahan Bakar Minyak (BBM) yang terbatas, peningkatan konsumsi secara alami akan berpengaruh terhadap meningkatnya impor dan subsidi untuk memenuhi kebutuhan energi nasional. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 79 yang disahkan di tahun 2014 mengenai Kebijakan Energi Nasional, kebutuhan minyak bumi, batubara, gas dan energi baru dan terbarukan (EBT) secara kumulatif akan meningkat hampir 5 kali lipat selama periode 2015- 2050. Kebutuhan bio energi diperkirakan meningkat hingga 14% dari bauran energi primer namun energi fosil masih akan menjadi sumber energi yang dominan yaitu minyak bumi 20%, batubara 25%, dan gas bumi 24% (Murtiningsih, 2015). National Biodiesel Board 2010 mencatat bahwa Bahan bakar fosil selain mengalami permasalahan dengan tingkat ketersediaannya, hasil pembakaran dari bahan bakar seperti NO_x, SO_x, hidrokarbon, dan komponen karsinogenik lainnya dapat meningkatkan efek rumah kaca dan berdampak pada global warming (ika, dkk. 2012) . Peraturan Menteri ESDM No. 25/2013 yang telah direvisi melalui Peraturan Menteri ESDM No. 20/2014. Kebijakan tersebut mengenai mandatori pemanfaatan biofuel: 10% campuran biodiesel dalam solar (B-10) sejak 1 September 2013. Dampaknya, pemanfaatan biodiesel meningkat secara signifikan setiap tahun. Pemanfaatan biodiesel untuk kebutuhan domestik pada tahun 2013 sebesar 1,05 juta KL (meningkat sebesar 56,62% dari capaian pada tahun 2012) dalam murtiningsih 2015. Oleh karena itu, perlu dikembangkan sumber energi alternatif yang alami, dapat diperbaharui, ramah

lingkungan, dan mudah dibudidayakan. Saat ini banyak penelitian yang mengembangkan sumber energi terbarukan atau yang sering disebut dengan biofuel, salah satunya yang sering digaungkan adalah biodiesel (Ika, dkk. 2012). Dengan ketersediaan bahan bakar minyak semakin menipis dan konsumsi energi di Indonesia maka dibutuhkan bahan bakar alternatif. Biji kemiri (*Aleurites Moluccana*) merupakan salah satu bahan yang memiliki potensi cukup besar untuk dijadikan biodiesel.

Penelitian ini menggunakan minyak biji kemiri sebagai bahan mentahnya, karena minyak dari biji kemiri dapat menggantikan peranan dan fungsi solar, sebagai bahan bakar pengganti minyak diesel. Pengembangan tanaman kemiri (*Aleurites moluccana*) sebagai bahan baku biodiesel mempunyai potensi yang sangat besar, karena selain menghasilkan minyak dengan produktivitas tinggi, mudah didapat dan tanaman ini juga mampu memproduksi banyak buah sepanjang tahun. Tanaman kemiri memiliki kandungan minyak yang relatif besar, yaitu 55-65% berat. Kemiri (*Aleurites moluccana*) dikenal dengan nama lain *candle nut*, merupakan salah satu tanaman industri dari famili *Euphorbiceae*. Setiap tahun tanaman kemiri terus mengalami peningkatan perluasan area karena pemanfaatannya bukan lagi sebagai penghasil bumbu dapur tetapi dapat juga digunakan untuk keperluan industri dan tanaman obat.

Biji kemiri yang sudah diolah menjadi minyak dapat pula difungsikan sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin diesel. Biodiesel adalah bahan bakar motor diesel yang berupa esteralkil/alkil asam-asam lemak (biasanya). Data Kemiri Indonesia yang diusahakan oleh Perkebunan Rakyat (PR) Tahun 2016 tercatat seluas 1.039 hektar, kemudian mengalami peningkatan sekitar 2,89 persen pada Tahun 2017 menjadi seluas

1.069 hektar. Pada Tahun 2018, luas areal Kemiri PR juga mengalami peningkatan menjadi 1.074 hektar atau naik sebesar 0,47 persen dari Tahun 2017.

Luas areal PBS Kemiri Indonesia pada Tahun 2016 tercatat seluas 606 hektar dan pada Tahun 2017 terjadi peningkatan luas areal Perkebunan Besar Swasta (PBS) Kemiri menjadi 656 hektar atau sekitar 8,25 persen. Pada Tahun 2018, tidak mengalami penurunan maupun peningkatan dari Tahun 2017(Buku Statistik kemirisan 2018-2020). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa dalam satu tahun kemampuan produksi Bibit kemiri mencapai 100 ribu perbulan, setara dengan 1,2 juta bibit pertahun, dan dalam itu tahun hasil panen kemiri mencapai 15 ton per hektare(republika, 12 juni 2020). Teori Biji kemiri mengandung 50% - 60% berat minyak. Minyak kemiri dapat diperoleh dengan cara diperas ataupun dengan cara ekstraksi.

Tanaman kemiri (*Aleurites moluccana* Willd) adalah suatu tanaman yang memiliki kandungan minyak tinggi mencapai 55 – 66% dari total bobot biji kemiri. Komponen utama penyusun minyak kemiri adalah asam lemak tak jenuh dengan sedikit asam lemak jenuh. Minyak kemiri mempunyai sifat mudah terbakar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk penerangan. Sekarang telah banyak penelitian untuk merubah minyak kemiri menjadi biodiesel seperti yang dilakukan oleh Pranowo (2012).

Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi biodiesel dari biji kemiri secara Etanolisis menggunakan etanol dengan memvariasikan perbandingan molar etanol terhadap bobot biji kemiri, jumlah katalis, waktu proses dan temperatur proses. Respon yang diamati adalah rendemen dan mutu biodiesel yang dihasilkan.

Selain itu, minyak biji kemiri juga dapat terbakar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar, misalnya bahan bakar untuk penerangan dan bahkan sekarang ini sudah mulai diteliti kegunaan minyak kemiri untuk dijadikan bahan bakar kendaraan bermotor pengganti solar, yaitu biodiesel.

Biodiesel didefinisikan sebagai campuran estermonoalkil dari asam lemak rantai panjang yang dalam bahasa Inggris dikenal dengan sebutan *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui seperti minyak nabati atau lemak hewani. Pada saat ini biodiesel telah dikenal sebagai bahan bakar alternatif setara dengan solar, sehingga dikenal pula dengan sebutan bio-solar. Bahan baku pembuatan biodiesel pada penelitian kali ini menggunakan sumber energi terbarukan, diantaranya minyak kemiri yang merupakan satu tanaman yang sedang dikembangkan sebagai sumber bahan baku biodiesel karena potensi hasilnya tinggi dimana biji kemiri memiliki kandungan minyak mencapai 45-55%. Namun demikian minyak kemiri memiliki bilangan asam 2,4-6,3 mg KOH/g minyak atau kandungan asam lemak bebas (*free fatty acid* – FFA) yang tinggi yaitu 11-15%. (Diby Pranowo dkk, 2014; Maman Herman dkk., 2014). Minyak dengan kandungan asam lemak bebas yang tinggi tidak dapat direaksikan langsung menjadi biodiesel menggunakan katalis basa, karena katalis basa akan bereaksi dengan asam lemak bebas membentuk sabun sehingga menyulitkan pemisahan, disamping itu tentu saja kebutuhan katalis basa menjadi lebih banyak.

Dalam penelitian ini, reaksi esterifikasi untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dilakukan pada kondisi tetap hingga kadar asam lemak bebasnya memenuhi syarat untuk reaksi transesterifikasi. Pada reaksi esterifikasi dipelajari

pengaruh tekanan dan dan jumlah katalis. Biodiesel yang dihasilkan selanjutnya diuji sifat fisiknya.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang , dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mendapatkan hasil rendemen biodiesel yang optimal dengan memveriasikan konsentrasi pereaksi dengan jumlah katalis
2. Bagaimana komposisi sifat-sifat ester sebagai hasil biodiesel

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan Penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk menentukan kenetika reaksi etanolisis minyak biji kepuh dengan katalisator bekas pada tekanan di atas satu atmosfer,
2. Untuk mengetahui sifat-sifat ester sebagai bahan bakar motor disel.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Memberikan informasi tentang penambahan katalisator limbah bekas proses perengkahan Pertamina Unit II Palembang yang tepat sehingga didapatkan kondisi optimum pada proses Alkoholisis untuk menghasilkan biodiesel yang maksimal.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan menghasilkan biodiesel dari biji kemiri sebagai energy alternatif terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhari, H. (2016), "Pemanfaatan Minyak kemiri Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Zink Presipitan Zinc Karbonat: pengaruh waktu reaksi dan jumlah katalis", *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik SI, Universitas Riau Pekanbaru* , vol.3, No.2, halaman 1 - 6.
- Alamsyah, Andi Nur (2006) "Biodiesel jarak Pagar Bogor, PT. Agromedia Pustaka".
- Andaka, G., 1990, "Alkoholisis Minyak Biji Karet dengan Etanol pada Tekanan lebih dari Satu Atmosfer Memakai Katalisator Asam Khlorid", Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, jurusan Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Bailey, A. E., 1945, "Industrial Oil and Fat Product", 2 ed., pp 666-686, Interscience Pulisher, Inc. New York.
- Banani, Ridha; yousef, Snoussi, Bezzarga, Mounir and Abderrabba Manef . 2015. *Waste frying ol high level of free fatty acids as on of the prominent sources of biodiesel production*. *J. Matter Environ. Sci* 6 (4), P:178-1185.
- Bender, A.E. 1982. *Dictionary Of Nutrition And Food Technology*. 6 th Edition. London : Butterworths
- BPS RI (2016), *Neraca energi Indonesia 2011-2015*
. <https://www.bps.go.id/index.php/publikasi/4361>, tanggal akses 20 Februari 2017.
- Diaz, R.S. & Galindo, F.C. 2007. *Coco Metil Ester (CME) – The Perfect Diesel*. <http://moritz.botany.ut.ee>. (18 November 2008).
- Dibyoo, P. Syakir, M. Prastowo, B., 2013. *Pembuatan Biodiesel Dari Kemiri Sunan Reutealis Trisperma Blanco Airy Shaw dan Pemanfaatan Hasil Samping*, IAARD Press, Jakarta.
- Faroug, U., 1995, "Alkoholisis Minyak Biji Nyamplung dengan Etanol Memakai Katalisator Amberlyst-15 pada Suhu di Atas Titik Didih Normal", Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadj ah Mada, Yogyakarta.
- Fassanden (1986), "*Kimia Organik Dasar Edisi Ketiga jilid 1, Terjemahan oleh A. Pudjaatmaka*". Erlangga .Jakarta
- Freedman, B., Pryde, E. H., and Mount, T. L., 1984, "Variables affecting the Yields of Fatty Ester from Transesterified Vegetable Oils", *JAACS*, 61, 1638-1642.
- Geminastiti Maramis Nunuk (2012). "*Proses Pembuatan Biodiesel dari minyak kemiri* ". Pekanbaru Riau.

- Griffin, R. C., 1955, "Technical Methods of Analysis", 2 ed., pp. 107-110, McGraw- Hill Book Company, Inc., New York.
- Groggins, P. H., 1958, "Unit Processes in Organics Synthesis", 5 ed., pp. 670-728, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Hendartono, T. 2005, "Pemanfaatan Minyak Dari Tumbuhan Untuk Pembuatan Biodiesel", www.Biodiesel.org
- Herman. M, dan D. Pranowo, 2011. Kemiri Minyak sebagai Tanaman Konservasi dan Sumber Energi Terbarukan. Sirkuler Teknologi Tanaman Rempah dan Industri: 20 hlm.
- Howard, L.R. Et Al. 1994. Provitamin A And Ascorbic Acid Content Of Fresh Pepper Cultivars Capsicum Annuum And Processed Jalapenos. Journal Of Food Science. 59 1994. P. 362-365.
- Ika, A.K, Pujiastu, Y. 2012. Optimasi Produksi Biodiesel Dari Biji Jarak Pagar Melalui Transesterifikasi In Situ Menggunakan Metode Respon Permukaan Optimization Of Biodiesel Production From Jatropha Seeds By In Situ Transesterification Using Response Surface Method. E-Jurnal Agroindustri Indonesia Oktober 2012 Available Online At : (1) 68 - 74 ISSN: 2252 - 3324
- Irene A. (2017) "*Sukamenggoreng dengan minyak kemiri ?Ini 4 Bahaya yang Mengintai Anda*".Hidup Sehat .Com
- Jeon, Bo Young, 2007. Development Of A Serial Bioreactor System For Direct Ethanol Production From Starch Using Aspergillus Niger And Saccharomyces Cerevisiae, Biotechnology And Bioprocess Engineering, (12) P. 566-573.
- Juan, dkk. (2016). "One Strep Production of Biodiesel from Waste Cooking oil Catalysed by SO₃H- Fungctionalized quaternary Ammonium Ionrc Liquid", *Current Esience*, vol. 110, No.11, halaman : 2124 - 2134.
- Junaedi, P., 1985, "Alkoholisis Minyak Jarak Pagar dengan Katalisator Natrium Hidroksid pada Tekanan di atas Satu Atmosfer", Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Karaten.S. (2005), *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia Jakarta.
- Ketaren, S., 1986. Minyak Dan Lemak Pangan, Edisi 1, Penerbit Universitas Indonesia UI Press, Jakarta.
- Knothe, G., J.V. Gerpen, J. Krahl. 2005. The biodiesel handbook. Illinois (US): AOCS Press. hlm 34, 35, 164, 269, 270-274.

- Lestari, R.A.S., 1997, "Alkoholisis Minyak Goreng Bekas pada Tekanan Lebih dari satu Atmosfer dengan Katalisator Zeolit Alam yang Diaktifkan", Tesis diajukan pada Fakultas Pasca Sarjana UGM Yogyakarta.
- Liu, K. Wang, R.2013. Biodiesel Production Bytransesterification Of Duck Oil With Methanol In Thepresence Of Alkali Catalystr. *Petroleum And Coall* 55:68–72.
- M.Said, Yefri R. Saragih (2009) “ pengaruh Rasio reaktan dan waktu reaksi terhadap konversi minyak Jarak Pagar “*Jurnal Teknik Kimia, NO.3.vol 16, Agustus 2009.*
- Murtiningrum, Firdaus, A. 2015. Perkembangan Biodiesel Di Indonesia Tinjauan Atas Kondisi Saat Ini, Teknologi Produksi & Analisis Prospektif. *Jurnal Pasti Volume Ix No 1, 35 – 45.*
- Padil, dkk. (2010). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa melalui Reaksi Metanolisis Menggunakan Katalis CaCO₃ yang dipijarkan. *Jurnal Natur Indonesia . 13 (1)*
- Panjaitan, F., 2005, " Produksi Biodiesel Sawit Secara Sinambang", Universitas Negeri Sumatera Utara, Medan.
- Pardede.(2012),*Uji Karakteristik minyak Nyamplung dan Aplikasinya pada kompor tekan , Intitut Pertanian Bogor, Bogor*
- Perry, J.H. And Green, D.W. 1984.Chemical Engineers Handbook. Pilot Biodiesel Plant, *The Jatropa Journal, (2) No.4, P. 211-218.*
- Poedji Loekitowati Hariani dkk(2013)*Pengaruh Variasi Temperatur Dan Konsentrasi Minyak Terhadap Rendemen Dan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Kemiri (Aleurites Moluccana)*Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung
- Prasetyaningsih, E., 1989, "Alkoholisis Minyak Biji Nyamplung dengan Katalisator Kalium Hidroksid", Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Purwaningsih, I. S., 1987, "Kinetika Alkoholisis Minyak Biji Karet", Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Qian J, Wang F, Liu S, Yun Z. 2008. In Situ Alkaline Transesterification Of Cotton Seed Oil For Production Of Biodiesel And Non Toxic Cotton Seed Meal. *Bioresource Technology* 99:9009-9012.
- Retrjowati, D. S., 1995, "Kinetika Reaksi Esterifikasi Etil Alkohol dan Asam Butiran dengan Katalisator Amberlyst IR-120", Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Rofita.E. (2016).*"Pemanfaatan Minyak kemiri sebagai Biodiesel: Kajian Temperatur dan Waktu Reaksi Transesterifikasi".Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Universitas Islam Negeri Sunan Ampel surabaya, vol. 12 No. 3, halaman 141-150.*

- Roni.A, Sulistyoyo .H. (1998)."Alkoholisis Minyak Biji Kepuh (*Steculia Foetida*) pada Tekanan Lebih dari Satu Atmosfer dengan Katalisator Buangan Proses Perengkahan Minyak Bumi Pertamina Unit III Palembang ".Tesis *BPPS, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*, Vol. 11, No.3c, halaman 233 - 246.
- Ruhyat,N, Firdaus .A, (2006),*Analisis Pemilihan Bahan Baku Biodiesel*,DKI Jakarta, Universitas MercuBuana,Jakarta.
- Rukmini.A. (2007).*Regenerasi Minyak Goreng Bekas dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh*, Diakses tanggal 10 Februari 2015.
- Satriana dkk (2012) "Karakteristik Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak kemiri Menggunakan Teknik Kavitas Hidrodinamik", *Jurnal Jurusan Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala Banda Aceh`*
- Savitri.dkk. (2016)` "Membuat Katalis Asam (Ni/Al₂O₃) dan Katalis Basa (Mg/ Al₂O₃) untuk Aplikasi Pembuatan Biodiesel dari Bahan Baku Minyak kemiri ".*Jurnal Program Studi kimia , Fakultas Sains & Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*. Vol.2, No.1 ,halaman 1 -10.
- Setiawati.E Edwar,F. (2012), "Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi Nahan Bakar Mesin Diesel". *Jurnal Balai Riset dan Standarisasi Industri dkk* (2011)
- Setyawati, 1994, "Alkoholisis Minyak kacang Tanah dengan Etanol Memakai Katalisator Natrium Hidroksid", Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Shi,H. Bao,Z. (2008)" Direct Preparation of Biodiesel from Rapeseed oil leaced by two phase solvent Extraction",*Biore.source Technology* . Vol 99, halaman 9025-9028.
- Sofiyah, Agra, I. B., and Bendiyasa, I. M., 1995, "Kinetika Reaksi Etanolisis Minyak Biji Kapuk dengan Katalisator Natrium Hidroksid dan Penambahan Garam Anorganik", *BPPS-UGM*, 9, (1 C), 15-27.
- Sugiyono,dkk. (2013) *Pengembangan Energi dalam mendukung Sektor Transportasi dan Industri Pengolahan Mineral*. Outlook Energy Indonesia.BPPT.
- Swern,D.Editor (1982) "Baeley's Industrial Oil And Fat Products" Edisi ke 4.Vol 2. halaman 130-133 John Wiley and Sons . Newyork.
- Wang, dkk.(2007) "Preparation of Biodiesel from Waste Cooking oil Via Two-Step Catalyzed Process", *Energy and Management* .Vol.48 Issue 1.halaman 184-188.

- Widiono, B., 1995, "Alkoholisis Minyak Biji Jarak dalam Reaktor Kolom Berpulsasi secara Sinambung ditinjau dari Segi Kinetika", Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Yulianti, D 2006. Studi Ekstraksi Dan Penentuan Sifat Fisiko Kimia Serta Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliserida Dari Minyak Biji Kemiri Aleurites Mollucana. Karya Utama Sarjana Kimia. Departemen Kimia FMIPA UI Jakarta.
- Zeng, J.L., Wang, X.D, Zhao, B., Sun, J., Wang, Y.C. (2009). Rapid in situ transesterification of sunflower. *Industrial Engineering Chemical Research*, 48, 850-856.
- Zhang, dkk. (2003). "Biodiesel Production From Waste Cooking Oil 1: Process design and Technological assessment". *Bioresource Technology*. Vol. 89, halaman .1-16.