

**PENGARUH WAKTU DAN BERAT KATALIS TERHADAP PRODUKSI
BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DENGAN PROSES
MICROWAVE ASSISTED TRANSESTERIFICATION**



**Dibuat Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Pendidikan Strata I
Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

**NABILA RIZKI AMALIA
122017016**

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

2021



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 No.396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

Nama : Nabila Rizki Amalia

NRP : 122017016

Judul Tugas : Pengaruh Waktu Dan Berat Katalis Terhadap Produksi Biodiesel Dari Minyak

Jelantah Dengan Proses Microwave Assisted Tranesterification

Telah mengikuti Ujian Sidang Sarjana Teknik Kimia Pada Tanggal Dua Puluh Tujuh Bulan Agustus Tahun Dua Ribu Dua Puluh Satu
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang 27 Agustus 2021

Ketua Tim Penguji

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir
Prodi Teknik Kimia

Dr. Mardwita, S.T., M.T
NIDN: 0023038208

Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph. D
NIDN: 0228076701

Pembimbing I

Menyetujui

Pembimbing II

Dr. Mardwita, S.T., M.T
NIDN: 0023038208

Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T
NIDN: 004046101

Dekan Fakultas Teknik UMP

Mengetahui

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP

Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T
NIDN: 0227077004

Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph. D
NIDN: 0228076701

LEMBAR PERSETUJUAN

Pengaruh Waktu dan Berat Katalis Terhadap Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Proses Microwave Assisted Transesterification

Oleh :

Nabila Rizki Amalia (122017016)

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Mardwita, S.T., M.T
NIDN : 0023038208



Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T
NIDN : 0004046101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMP



Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D
NIDN : 0228076701

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH WAKTU DAN BERAT KATALIS TERHADAP PRODUKSI
BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DENGAN PROSES
MICROWAVE ASSISTED TRANESTERIFICATION

Oleh :

Nabila Rizki Amalia (122017016)

Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 27 Agustus 2021
Di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji :

1. Dr.Ir.Marhaini, M.T ()
2. Ir.Dewi Fernianti, M.T ()
3. Dr.Mardwita, S.T, M.T ()
4. Dr.Ir.Eka Sri Yusmartini, M.T ()

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik UMP


Dr. Ir. Kus. A. Roni, MT
NIDN : 0227077004

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Kimia


Ir. Erna Yuliwati, M.T, Ph.D
NIDN : 0228076701

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Nabila Rizki Amalia
Tempat/Tanggal lahir : Maninjau, 17 Desember 1998
NIM : 12 2017 016
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammdiyah 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 fulltext untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

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

Palembang, Agustus 2021


Nabila Rizki Amalia

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA



Nama : Nabila Rizki Amalfa

NIM : 122017016

Judul : Pengaruh Waktu dan Berat Katalis
 Terhadap Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah
 Dengan Proses Microwave-Assisted Transesterification

Dosen Pembimbing

: 1. Dr. Mandiwita, S.T., M.T.

: 2. Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T.

No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
				Pembimbing I	Pembimbing II
1	Judul Tugas Akhir/ Tema Penelitian	Tema penelitian BIO DIESEL	19 Maret 2021	Maf	M
2	Bab I, II	perbaiki.	Gelasa, 23 Maret 2021	Maf	M
3	Bab III, Variabel Penelitian	- cek bahan & alat - Amalan variabel penelitian - Kurang variabel	26 Maret 2021	Maf	M
4	PPT Seminar Proposal Tugas Akhir	Penelitian apa saya	31 Maret 2021	Maf Acc sempro	M M
5	PPT Hasil Peneli- tran	- Perbaiki data	2 April 2021	Maf	M
6	hasil penelitian	- Perbaiki data GC-MS	15 Mei 2021	Maf	M
7	hasil penelitian	- Data GC-MS	22 Mei 2021	Maf	M

No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
				Pembimbing I	Pembimbing II
8.	Hasil Penelitian Bab 16	- perbaikan (or deskripsi)	3 Agustus 2021	maf	H
9.	Persiapan Semhar	-	9 Agustus 2021	maf	H
10	Revisi Hasil Semhar	Menambahkan Referensi Memperbaiki Diagram Alir.	16 Agustus 2021	maf	M
11.	Persiapan Komprehensi	-	18 Agustus 2021	maf	H
12	Acc Ujian Komprehensi	-	18 Agustus 2021	maf	M



MOTTO:

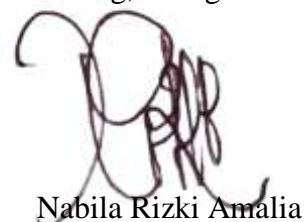
(Sesungguhnya Kami telah menempatkan kamu sekalian) hai anak-anak Adam (di muka bumi dan Kami adakah bagimu dimuka bumi itu sumber-sumber penghidupan) dengam memakai huruf ya, yaknii saran-saran untuk kamu bisa hidup. Ma'ayisy jamak dari kata ma'isyah (amat sedikit) untuk mengukuhkan keminiman (kamu bersyukur) terhadap kesemuanya itu(QS. Al-A'araf:07)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Puji syukur kepada Allah subhanahu wa ta'ala karena izin dan segala rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penelitian “Pengaruh Waktu dan Berat Katalis Terhadap Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Proses Microwave Assisted Transesterification”. Tugas akhir penelitian ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang. Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung, mendoakan, dan memberikan bantuan selama pengerjaan tugas akhir penelitian ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Ibu Ir. Erna Yuliwati, M.T.,Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Dr. Mardwita, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu, bantuan, saran dan motivasi.
4. Ibu Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu, bantuan, saran dan motivasi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Ibu Ir. Ani Melani, M.T. selaku pembimbing akademik saya yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk saya.
7. Orang tua tercinta terkasih Syafrizal, S.Sos. dan Marnita yang tak henti-hentinya memberikan doa dan motivasi untuk saya.
8. Abang dan adikku tercinta Harry Ramadhana, S.E. dan Asyraf Azizi.

Palembang, 27 Agustus 2021



Nabila Rizki Amalia

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Minyak Nabati.....	5
2.2. Minyak Bekas Penggorengan(Waste Cooking Oil).....	5
2.3. Biodiesel.....	7
2.4. Standar Mutu Biodiesel.....	7
2.5. Teknik Pembuatan Biodiesel.....	8
2.6. Katalis.....	9
2.6.1. Katalis Basa.....	10
2.6.1.1. Natrium Hidroksida.....	11
2.6.1.1.1. Sifat Fisik NaOH.....	12
2.6.1.1.2. Sifat Kimia NaOH.....	12
2.6.2. Katalis Asam.....	12
2.6.2.1. Asam Sulfat.....	13
2.7. Analisa Bahan Baku dan Produk.....	13
2.7.1. Analisa Bahan Baku.....	13
2.7.1.1. Densitas (Massa Jenis).....	13
2.7.1.2. Viskositas Kinematik.....	13
2.7.1.3. Angka Asam.....	13
2.8. Analisa Produk Biodiesel.....	14
2.8.1. Kromatografi Gas-Spektroskopis Massa.....	14
2.8.2. Viskositas Kinematik.....	14
2.8.3. Densitas.....	15
2.9. Penelitian Terdahulu.....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1. Waktu dan Tempat.....	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.2.1. Alat yang Digunakan.....	16
3.2.2. Bahan yang Digunakan.....	16
3.3. Prosedur Penelitian.....	16
3.3.1. Tahap Penelitian.....	16
3.3.1.1. Perlakuan Pendahuluan Penelitian.....	16
3.3.1.2. Tahap Esterifikasi.....	17
3.3.1.3. Tahap Transesterifikasi dan Pemisahan.....	17
3.4. Tahap Analisa Hasil.....	18

3.4.1. Yield Biodiesel.....	18
3.4.2. Penentuan Densitas Biodiesel Menggunakan Piknometer.....	19
3.4.3. Penentuan Densitas Biodiesel Menggunakan Viscometer Ostwald.....	19
3.5. Diagram Alir Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1. Pengaruh Waktu dan Jumlah Katalis Terhadap Yield Biodiesel.....	22
4.2. Pengaruh Waktu dan Jumlah Katalis Terhadap Densitas Biodiesel.....	24
4.3. Pengaruh Waktu dan Jumlah Katalis Terhadap Viskositas Biodiesel.....	25
4.4. Analisa GC-MS Kandungan Metil Ester.....	26
4.4.1. Analisa GC-MS Sampel ke 5.....	27
4.4.2. Analisa GC-MS Sampel ke 10.....	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1. Kesimpulan.....	32
5.2. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN I.....	36
LAMPIRAN II.....	39
LAMPIRAN III.....	42
LAMPIRAN IV.....	52
LAMPIRAN V.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah.....	6
Tabel 2.2 Persyaratan Kualitas Biodiesel Menurut SNI 7182:2015.....	7
Tabel 2.3 Perbandingan Katalis Homogen dan Heterogen.....	10
Tabel 2.4 Sifat Asam Sulfat.....	13
Tabel 4.1 Kandungan Fisik Minyak Jelantah Penelitian.....	21
Tabel 4.2 Hasil Analisa Akhir Biodiesel.....	22
Tabel 4.3 Pengaruh Waktu dan Jumlah Katalis Terhadap Yield Biodiesel.....	22
Tabel 4.4 Pengaruh Waktu dan Jumlah Katalis Terhadap Densitas Biodiesel.....	24
Tabel 4.5 Pengaruh Waktu dan Jumlah Katalis Terhadap Viskositas Biodiesel.....	25
Tabel 4.6 Kandungan Metil Ester Hasil Analisis GC-MS.....	27
Tabel 4.7 Kandungan Metil Ester Hasil Analisis GC-MS.....	29
Tabel 4.8 Kandungan Metil Ester Hasil Analisis GC-MS Dari Dua Sampel.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Gambar Rangkaian Proses Tranesterification Pada Microwave.....	18
Gambar 4.1 Pengaruh Waktu dan Jumlah Katalis Terhadap Yield Biodiesel.....	23
Gambar 4.2 Pengaruh Waktu dan Jumlah Katalis Terhadap Densitas Biodiesel.....	24
Gambar 4.3 Pengaruh Waktu dan Jumlah Katalis Terhadap Viskositas Biodiesel.....	25
Gambar 4.4 Kromatogram Kandungan Metil Ester.....	27
Gambar 4.5 Kromatogram Kandungan Metil Ester.....	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Cadangan minyak bumi yang dihasilkan oleh Indonesia semakin sedikit sedangkan kebutuhan akan minyak bumi semakin meningkat disertai dengan makin meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor dan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor dan jumlah penduduk di Indonesia maka kebutuhan bahan bakar juga meningkat yang berdampak pada berkurangnya persediaan bahan bakar fosil atau minyak bumi. Oleh sebab itu diperlukan pengembangan bahan bakar alternatif salah satunya biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar dari minyak nabati maupun hewani yang dapat beroperasi pada mesin diesel yang di proses melalui transesterifikasi suatu alkohol. Biodiesel dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan serta memiliki harga yang terjangkau di masyarakat. Minyak yang biasa digunakan untuk membuat biodiesel ialah minyak kedelai, minyak kelapa, atau minyak kelapa sawit. Sementara itu, ada alternatif lain dari bahan limbah yang dapat berperan sama dengan minyak-minyak tersebut, yaitu minyak jelantah (Nuraeni, dkk., 2019).

Minyak jelantah adalah minyak bekas penggorengan yang sudah digunakan beberapa kali. Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dipengaruhi oleh peningkatan kadar asam lemak bebas hasil oksidasi dari minyak jelantah pada saat penggorengan berulang-ulang. Meningkatnya kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah akan mengganggu proses transesterifikasi. Kadar asam lemak bebas yang di zinkan untuk proses transesterifikasi adalah kurang dari 2% maka dari itu perlu dilakukan proses esterifikasi terlebih dahulu untuk menurunkan kadar asam lemak bebas minyak jelantah.

Transesterifikasi merupakan reaksi antara trigiliserida dari minyak nabati dengan memanfaatkan metanol dan katalis basa. Pada umumnya jenis alkohol yang sering digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah metil alkohol atau metanol. Produk utama yang dihasilkan ialah metil ester atau biodiesel, dengan produk sampingnya adalah gliserol. Reaksi transesterifikasi yang menggunakan katalis basa dapat terbentuknya sabun. Sabun yang terbentuk pada proses produksi biodiesel menyebabkan kesulitan dalam proses pemisahan dan pemurnian biodiesel. Maka dari itu dilakukan reaksi esterifikasi terlebih dahulu.

Esterifikasi merupakan suatu reaksi antara asam lemak dengan alkohol dengan bantuan katalis asam untuk menghasilkan ester. Esterifikasi menggunakan katalis asam dapat mengkonversi FFA menjadi ester alkil. Reaksi esterifikasi pada proses pembuatan biodiesel secara dua tahap (esterifikasi dan transesterifikasi) dapat meningkatkan produksi biodiesel dan mempengaruhi karakteristik biodiesel yang dihasilkan (Aulia, 2015).

Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi pada umumnya dilakukan dengan pemanasan secara konvensional, energi panas dipindahkan ke bahan baku melalui konveksi konduksi dan radiasi dari bagian permukaan bahan baku. Maka dari itu tentunya waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan juga semakin lama. Metode baru yang digunakan saat ini ialah pemanasan menggunakan microwave. Pemanasan dengan gelombang mikro memiliki karakteristik yang berbeda dengan pemanasan konvensional, karena panas dibangkitkan secara internal akibat adanya getaran molekul-molekul bahan yang akan dipanaskan oleh gelombang mikro. Radiasi microwave dapat meningkatkan kecepatan reaksi esterifikasi dan transesterifikasi, sehingga panas yang dihasilkan lebih efektif dari pada pemanasan konvensional.

Dari pernyataan di atas, maka dalam penelitian ini pembuatan biodiesel dari minyak jelantah yang merupakan suatu limbah, yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif mesin diesel dengan menggunakan reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dengan memanfaatkan gelombang mikro.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana proses pembuatan biodiesel dengan proses *microwave-assisted transesterification* ?
2. Bagaimana pengaruh waktu dan jumlah katalis terhadap yield, densitas, dan viskositas biodiesel yang dihasilkan berdasarkan SNI 7182:2015 ?
3. Bagaimana kualitas produk biodiesel yang dihasilkan dengan uji Gas Kromatografi Spektrometri Masa (GC-MS) ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas yang menjadi tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis dan mempelajari proses pembuatan biodiesel menggunakan Proses *Microwave-assisted transesterification*.
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu dan jumlah katalis terhadap yield densitas dan viskositas kinematik biodiesel yang dihasilkan berdasarkan SNI 7182:2015.
3. Menganalisis kualitas biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan alat GC-MS.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian disini diperlakukan agar persoalan lebih terpusat dan terarah. Dalam hal ini, batasan-batasan yang diambil adalah sebagai berikut

1. *Microwave* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis *microwave* yang mampu dimaksimalkan hingga daya 1000 watt.
2. Metode pengolahan dan analisa data dalam penelitian ini akan menggunakan analisis piknometer, viscometer ostwald di Laboratorium Kimia Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Palembang dan uji Gas Kromatografi Spektrometri Massa di Laboratorium FMIPA Universitas Negeri Sriwijaya.

3. Mengetahui apakah karakteristik produk biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI 7182:2015

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi ilmu pengetahuan, teknologi dan juga bagi masyarakat. Adapun manfaat bagi ilmu pengetahuan dan teknologi ialah mempelajari pengaruh variasi waktu dan katalis terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan dengan memanfaatkan gelombang mikro. Sedangkan manfaat penelitian ini bagi masyarakat adalah mengolah bahan bakar alternatif dari limbah minyak bekas penggorengan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil.

DAFTAR PUSTAKA

- Anapuja dkk. 2018. *Pengaruh Berat Katalis La/ZnO dan Waktu Reaksi terhadap Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau. Vol 5 Edisi 2.
- Fatmawati dkk. 2016. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Menggunakan Microwave: Penggunaan Katalis KOH dengan Konsentrasi Rendah*. Teknik Kimia ITS. Vol:10 225-227.
- Muderawan dan Daiwataningsih. 2016. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Nyamplung (Calophyllum Inophyllum L.) dan Analisis Metil Esternya dengan GC-MS*. Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas MIPA Universitas Pendidikan Ganesha.
- Prayanto dkk. 2016. *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Dengan Katalis NaOH Menggunakan Gelombang Mikro (Microwave) Secara Kontinyu*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Vol 5 No.1.
- Norissa, Agustian dan Suwandi. 2018. *Pengaruh Amplitudo Pada Pembuatan Biodiesel Berbahan Dasar Minyak Jelantah Menggunakan Ultrasonik*. Prodi S1 Teknik Fisika Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom.
- Midiyarti dkk. 2016. *Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Dengan Katalis Heterogen CaO Dari Cangkang Kerang Darah (Andara Granosa)*. Laboratorium Riset Sains Material Jurusan FMIPA Universitas Riau. Vol 7 No.1.
- Anisah, Suwandi dan Agustian. 2018. *Pengaruh Waktu Transesterifikasi Terhadap Konversi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel*. Prodi S1 Teknik Fisika Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom. Vol 5 No.1.
- Kartika dan Widyaningsih. 2012. *Konsentrasi Katalis dan Suhu Optimum pada Reaksi Esterifikasi Menggunakan Katalis Zeolit Alam Aktif (ZAH) dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak jelantah*. Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Sains dan Teknik. Universitas Jendral Soedirman: Purwokerto.
- Sriatun dkk. 2015. *Pemanfaatan Katalis Silika Alumina Dari Bagasse pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Sisa Pakai*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro: Semarang.
- Malia dkk. 2016. *Pengaruh Rasio Molar Minyak Jelantah Dengan Metanol dan Suhu Reaksi Dalam Reaksi Transesterifikasi Terkatalis CaO/Zeolit Alam Terhadap Yield Biodiesel*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana: Bali.

- Putri. 2018. *Analisis Pengaruh Penambahan Metil Ester Dari Minyak Jelantah Kedalam Solar Untuk Meningkatkan Kualitas Bahan Bakar Biodiesel*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA. Universitas Negeri Sriwijaya: Palembang.
- Solikhak, Pratiwi dan Diaztuti. 2015. *Penentuan Metode Analisis Komposisi Asam Lemak dan Metil Ester pada Biodiesel dengan GC-MS Tanpa Metilasi*. Balai Rekayasa Desain dan Sistem Teknologi Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Adhani dkk. 2016. *Pembuatan Biodiesel dengan Cara Adsorpsi dan Transesterifikasi dari Minyak Goreng Bekas*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Bayangkara: Jakarta Selatan.
- Sharmila dan Rebecca. 2012. *GC-MS Analysis of Fatty Acid Present in Biodiesel Produce From Cladophora Vagabunda*. Departement of Industrial Biotechnology Bharath University: India.
- Majid, Prasetyo dan Danarto. 2012. *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret: Surakarta.