

**Kajian Pengaruh Jumlah Katalis CaO Pada Proses Pembuatan
Biodiesel Berbahan Baku Minyak Jelantah
Dengan Gelombang Mikro**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan
pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang**

Oleh :

**Vivin Rizky Handayani
0613 4041 1523**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR
KAJIAN PENGARUH JUMLAH KATALIS CaO PADA PROSES
PEMBUATAN BIODIESEL BERBAHAN BAKU MINYAK JELANTAH
DENGAN GELOMBANG MIKRO

Oleh :

Vivin Rizky Handayani
0613 4041 1523

Menyetujui,
Pembimbing I,

Palembang, Juli 2017
Pembimbing II,

Lety Trisnaliani, ST, M.T.
NIDN. 0203047804

Ir. Nyayu Zubaidah, M.Si.
NIDN. 0001015524

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Energi

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIP. 195804241993031001

Adi Syakdani, S.T., M.T.
NIP. 196904111992031001

**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Jurusan Teknik Kimia Program Studi Sarjana Terapan Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 26/27Juli 2017**

Tim Penguji:		Tanda Tangan
1. NIP.	()
2. NIP.	()
3. NIP.	()

Palembang, Juli 2017

**Mengetahui
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Energi**

**Ir. Arizal Aswan, M.T
NIP. 195804241993031001**

MOTTOS :

“Everything will be alright in the end, if it’s not alright then it’s not the end.”

-John Lennon-

“Enjoy the little things in life because one day you’ll look back and realize, they were the big things.”

-Kurt Vonnegut-

“Always do your best and keep your trust in Allah SWT. He sees all of your efforts, although sometimes things don’t work out the way you planned, it is because His choices are always more beautiful than our wishes.”

-Vrh-

Kupersembahkan untuk :

- *Allah SWT dan Rasulullah SAW*
- *Kedua Orang Tua serta Keluarga Besarku*
- *Bu Lety selaku Pembimbing I*
- *Bu Nyayu selaku Pembimbing II*
- *Pak Zikri selaku Dosen yang Selalu membimbing dan memberi motivasi*
- *Penyemangatku “Teuku Elza Fariz Riski”*
- *Teman-Teman “Biodiesel Punya”*
- *Teknik Energi 2013 khususnya kelas 8 EGA*
- *Almamaterku*
- *Tanah Airku, Indonesia.*

ABSTRAK
KAJIAN PENGARUH JUMLAH KATALIS CaO PADA PROSES
PEMBUATAN BIODIESEL BERBAHAN BAKU MINYAK JELANTAH
DENGAN GELOMBANG MIKRO

(Vivin Rizky Handayani, 69 Halaman, 25 Tabel, 32 Gambar, 4 Lampiran)

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang terdiri dari alkil monoester dari minyak tumbuhan atau lemak hewan. Dalam pembuatan biodiesel dari bahan baku minyak jelantah, katalis yang biasa digunakan adalah katalis homogen, namun penggunaan katalis homogen memiliki kelemahan seperti adanya limbah dari proses pencucian residu katalis dan katalis ini tidak dapat digunakan kembali. Penggunaan katalis heterogen dapat mengatasi kelemahan yang dimiliki katalis homogen. Dengan menggunakan katalis heterogen CaO, diharapkan dapat mengembangkan kondisi terbaik dari reaksi transesterifikasi untuk *yield* Biodiesel maksimum. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah minyak jelantah dalam pembuatan biodiesel dengan menggunakan katalis heterogen basa yang berasal dari kulit telur. Kulit telur dikalsinasi dengan suhu 1000°C dan waktu 2 jam, untuk mengubah kalsium karbonat (CaCO₃) di kulit telur menjadi katalis CaO aktif. Minyak jelantah yang digunakan mengandung kadar asam lemak bebas sebesar 2.09%. Pemisahan dilakukan didalam reaktor gelombang mikro dengan tahap transesterifikasi untuk memproduksi biodiesel. Proses transesterifikasi mereaksikan minyak dan metanol untuk menghasilkan metil ester dan gliserol. Metil ester yang dihasilkan pada lapisan atas dipisahkan dari gliserol dengan menggunakan metode tegangan listrik didalam separator. Pengaruh dari variabel proses berupa jumlah katalis CaO diamati dalam percobaan ini. Sifat-sifat biodiesel seperti %FFA, kadar air, densitas, viskositas, pH, bilangan asam dan titik nyala dievaluasi dan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Di bawah kondisi terbaik, *yield* maksimum dari biodiesel minyak jelantah adalah 78.4% yang didapat dengan menggunakan perbandingan mol minyak jelantah/methanol 1:9 pada suhu 60°C dengan waktu reaksi 55 menit dan katalis CaO 2 (b/b)%.

Kata kunci: Biodiesel, Minyak Jelantah, Kalsium Oksida, Transesterifikasi, Reaktor Gelombang Mikro, dan Separasi Tegangan Tinggi.

ABSTRACT
THE STUDY OF THE EFFECT OF THE AMOUNT OF CaO
CATALYST ON THE PROCESS OF BIODIESEL PRODUCTION FROM
WASTE COOKING VIA MICROWAVE

(Vivin Rizky Handayani 2017, 69 Pages, 25 Tables, 32 Figures, 4 Appendix)

Biodiesel is an alternative fuel for diesel engines consisting of the alkyl monoesters from vegetable oils or animal fats. In the process of biodiesel for waste cooking oil, the commonly used catalyst is homogenous. However, the use of homogenous catalyst have weaknesses such as removing the catalyst residue and it cannot be reused. To resolve this issue, the use of heterogenous catalyst can be the key. By using the heterogenous catalyst, it is believed to be able to develop the best condition from the reaction of transesterification for maximum yield of biodiesel. The objective of the study is to utilize waste cooking oils for biodiesel production using base heterogeneous catalyst which derived from the industrial eggshells. The materials calcined with the temperature of 1000°C and 2 hours' time, to transformed calcium carbonate (CaCO₃) in the eggshells into active CaO catalysts. The oil contained 2.09% Free Fatty Acid (FFA). Separation is carried out in a microwave reactor with a transesterification stage to produce biodiesel. Transesterification process reacting both oil and methanol to produce methyl ester and glycerol. The produced methyl ester on the upper layer is separated from the glycerol by using the electricity method inside the separator. The effect of such variable process as to the amount of catalyst is observed in this experiment. The characteristics of biodiesel such as %FFA, water content, density, viscosity, pH, acid number, and flash point are evaluated and compared with Indonesian National Standard (SNI). Under the best condition, the maximum yield of 78.4% waste cooking oil is obtained by using 1:9 molar ratio of waste cooking oil to methanol at 60°C for a reaction time 55 minutes int the presence 2wt% of CaO catalyst.

Keywords : Biodiesel, Waste Cooking Oils, Calcium Oxide, Transesterification, Microwave Reactor, and High Voltage Separation.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Kajian Pengaruh Jumlah Katalis CaO Pada Proses Pembuatan Biodiesel Berbahan Baku Minyak Jelantah Dengan Gelombang Mikro”**.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi S1 Terapan Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas Akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan Maret-Juni 2017.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan bantuan dan penyelesaian laporan kerja praktek ini, khususnya kepada:

1. Allah SWT dan Rasulullah SAW yang senantiasa memberikan ridho dan jalan dalam setiap langkahku.
2. Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Carlos R.S. S.T., M.T., selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Adi Syakdani, S.T., M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Arizal Aswan., M.T., selaku ketua Prodi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Lety Trisnaliani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Ir. Nyayu Zubaidah, M.Si., yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Para dosen dan staff di Jurusan Teknik Kimia Program Studi S1 (Terapan) Teknik Energi.
10. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang telah memberikan doa, restu, motivasi, bantuan moril dan semangat serta dukungannya dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
11. Teuku Elza Fariz Riski atas dukungan, do'a dan bantuannya selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
12. Teman-teman seperjuangan kelompok penelitian Biodiesel atas segala bantuannya, secara langsung maupun tak langsung.
13. Teman-teman 8 EGA dan teman-teman Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Angkatan 2013.
14. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan kerja praktek, baik itu berupa saran, do'a, maupun dukungan, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho-Nya kepada kita, Aamiin.

Palembang, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTOS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	4
1.4 Rumusan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Biodiesel	5
2.2 Teknik Pembuatan Biodiesel	8
2.2.1 Transesterifikasi	8
2.3 Minyak Jelantah	10
2.4 Methanol	13
2.5 Katalis Dalam Pembuatan Biodiesel	13
2.5.1 Katalis Homogen	14
2.5.2 Katalis Heterogen	14
2.5.3 Katalis Heterogen CaO	14
2.6 Pembuatan Katalis CaO	16
2.7 Karakterisasi	17
2.7.1 Karakterisasi CaO	17
2.7.2 Karakterisasi Biodiesel	17
2.8 Metode Pemanasan Dengan <i>Microwave</i>	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	19
3.2 Pendekatan Desain Struktural	20
3.3 Pertimbangan Percobaan.....	24
3.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.3.2 Alat dan Bahan	24
3.3.3 Perlakuan dan Analisis Statistik Sederhana	26
3.4 Perlakuan dan Prosedur Percobaan	26
3.4.1 Perlakuan Percobaan.....	26
3.4.2 Prosedur Percobaan.....	26
3.4.2.1 Persiapan Bahan Baku.....	28
3.4.2.2 Preparasi Katalis.....	28
3.4.2.3 Prosedur Pengujian Alat Pembuatan Biodiesel	28
3.4.2.4 Prosedur Pencucian Biodiesel	30
3.4.3 Analisa Hasil.....	30
3.4.3.1 Pengukuran Derajat Keasaman (pH).....	30
3.4.3.2 Pengukuran Densitas.....	30
3.4.3.3 Penentuan Kadar Air (ASTM D209)	31
3.4.3.4 Penentuan Viskositas (ASTM D445).....	31
3.4.3.5 Penentuan Titik Nyala.....	32
3.4.3.6 Penentuan Bilangan Asam	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Penelitian	33
4.1.1 Data Hasil Analisa Bahan Baku.....	33
4.1.2 Hasil Analisa Kalsinasi Katalis CaO dari Kulit Telur	34
4.1.3 Hasil Analisa Biodiesel.....	34
4.2 Pembahasan Analisa Biodiesel	35
4.2.1 Analisa % <i>Yield</i>	36
4.2.2 Analisa Bilangan Asam	37
4.2.3 Analisa Derajat Keasaman (pH)	38
4.2.4 Analisa Kadar Air	38
4.2.5 Analisa Densitas	39
4.2.6 Analisa Viskositas Kinematik.....	40
4.2.7 Analisa <i>Flash Point</i>	41
BAB V PENUTUP.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel dan Petrodiesel	6
2 Komposisi Asam Lemak Minyak jelantah	7
3 SNI Biodiesel.....	12
4 Komposisi Kulit Telur	15
5 Data Hasil Analisa Bahan Baku Minyak Jelantah.....	33
6 Volume Biodiesel yang dihasilkan	34
7 Data Analisis Karakteristik Biodiesel yang Dihasilkan.....	36
8 Data Volume Titran Analisa FFA Minyak Jelantah.....	47
9 Data Analisa Katalis CaO dari Kulit telur	47
10 Data Volume Biodiesel Perbandingan 1:9.....	48
11 Data Analisa Densitas Biodiesel.....	48
12 Data Analisa Viskositas Biodiesel.....	49
13 Data Analisa Titik Nyala Biodiesel	49
14 Data Analisa Titrasi Bilangan Asam Biodiesel	49
15 Data Pengukuran nilai pH Biodiesel.....	50
16 Data Analisa Kadar Air Biodiesel	50
17 Neraca Massa (Teori)	53
18 Neraca Massa Katalis 1 % (Aktual).....	53
19 Neraca Massa Katalis 2 % (Aktual).....	54
20 Neraca Massa Katalis 3 % (Aktual).....	54
21 Neraca Massa Katalis 4 % (Aktual).....	55
22 Hasil Perhitungan Densitas Biodiesel.....	55
23 Hasil Perhitungan Viskositas Biodiesel.....	56
24 Hasil Perhitungan Kadar Air Biodiesel	56
25 Hasil Perhitungan Bilangan Asam Biodiesel.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Peralatan Biodiesel	20
2 Tangki Katalis dan Bahan Baku; Tangki <i>Emulsifier</i>	21
3 Pompa	22
4 <i>Microwave</i>	22
5 Reaktor.....	23
6 Separator	23
7 <i>Thermokopel</i>	24
8 Diagram Alir Pembuatan Biodiesel	27
9 Hubungan antara Jumlah Katalis terhadap <i>Yield</i> Biodiesel pada waktu reaksi 55 menit dan Temperatur 60°C	35
10 Hubungan Antara Jumlah Katalis terhadap % <i>Yield</i> Produk Biodiesel	36
11 Hubungan Antara Jumlah Katalis Terhadap Bilangan Asam Biodiesel	37
12 Hubungan Antara Jumlah Katalis Terhadap Kadar Air Biodiesel.....	38
13 Hubungan Antara Jumlah Katalis Terhadap Densitas Biodiesel.....	39
14 Hubungan Antara Jumlah Katalis Terhadap Viskositas Biodiesel....	40
15 Hubungan Antara Jumlah Katalis Terhadap Flash Point Biodiesel ..	41
16 <i>Prototype</i> Biodiesel Reaktor Gelombang Mikro	58
17 Bahan Baku Minyak Jelantah dan Pelarut Methanol.....	58
18 Absorben Zeolit dan Silica Gel.....	59
19 Kulit Telur untuk Bahan Baku Pembuatan Katalis.....	59
20 Katalis CaO.....	60
21 Tangki <i>Feed</i>	60
22 Tangki <i>Emulsifier</i>	60
23 Separator <i>Prototype</i> Biodiesel	60
24 <i>Box Panel</i>	61
25 Pencucian Biodiesel.....	61
26 Analisa Densitas	61
27 Analisa Bilangan Asam	61
28 Pengukuran pH	61
29 Analisa Titik Nyala.....	62
30 Analisa Viskositas	62
31 Analisa Kadar FFA (<i>Free Fatty Acid</i>).....	62
32 Analisa Kadar Air	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Data Penelitian.....	47
2 Perhitungan	51
3 Dokumentasi	58
4 Surat-menyurat	70