

**SKRIPSI**

**PENGARUH *ACID PRE-TREATMENT***

**TERHADAP SINTESIS BIODIESEL DARI HASIL EKSTRAKSI MINYAK  
BIJI KARET (*Havea brasiliensis*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
TRANSESTERIFIKASI.**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada  
Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara



Disusun Oleh:

**ELISA MAHARANI**  
(NPM. 201010235007)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA**

**2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SIDANG SKRIPSI**

JUDUL

**PENGARUH *ACID PRE-TREATMENT***

**TERHADAP SINTESIS BIODIESEL DARI HASIL EKSTRAKSI MINYAK BIJI**

**KARET (*Havea brasiliensis*) DENGAN MENGGUNAKAN**

**METODE TRANSESTERIFIKASI.**



Dosen Pembimbing I

**Dr. Yatty Maryati, M.Si**

Dosen Pembimbing II

**Dr. Ir. Samuel Rusen Kabangnga**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**JUDUL**

**PENGARUH *ACID PRE-TREATMENT*  
TERHADAP SINTESIS BIODIESEL DARI HASIL EKSTRAKSI MINYAK BIJI  
KARET (*Havea brasiliensis*) DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE TRANSESTERIFIKASI.**

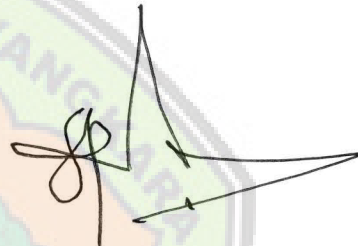
Menyetujui:

Dosen Pembimbing I



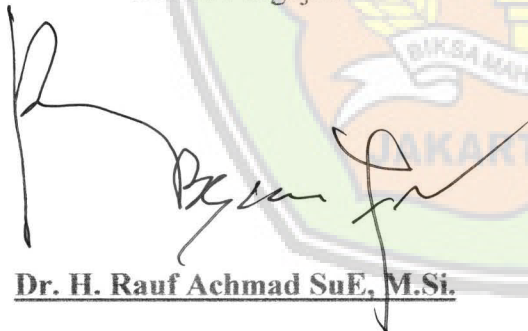
Dr. Ir. Yatty Maryati, M.Si.

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Samuel Rusen Kabangnga

Dosen Penguji I



Dr. H. Rauf Achmad SuE, M.Si.

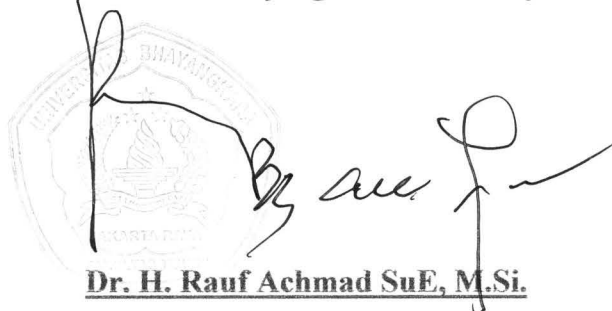
Dosen Penguji II



Ir. Hernowo Widodo, M.T.

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya



Dr. H. Rauf Achmad SuE, M.Si.

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya



Reni Masrida, S.T., M.T.

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Elisa Maharani

NPM : 201010235007

Program Studi : Teknik Kimia

Judul Skripsi : "Pengaruh *Acid-Pre-treatment* Terhadap Sintesis Biodiesel Dari Hasil Ekstraksi Minyak Biji Karet (*Havea brasiliensis*) Dengan Menggunakan Metode Transesterifikasi.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis



(Elisa Maharani)



*Ilmu itu penghibur di saat takut, teman di saat asing,  
teman bicara di saat sendiri, pedang yang menebas musuh dan  
sebagai perhiasan di saat kosong (tidak punya perhiasan).*

*(Mu'adz Bin Jabal Rodhiallahu anhu)*



*Kupersembahkan skripsi ini untuk:*

*Mama dan Papa Tercinta*

*Kakak dan Adik Tersayang*



**PENGARUH ACID PRE-TREATMENT  
TERHADAP SINTESIS BIODIESEL DARI HASIL EKSTRAKSI MINYAK  
BIJI KARET (*Havea brasiliensis*) DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE TRANSESTERIFIKASI.**

**Nama Mahasiswa : Elisa Maharani (201010235007)**

**ABSTRAK**

*Biji karet memiliki kandungan minyak 40-50%-berat yang berpotensi sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel. Proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati umumnya dilakukan melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa. Proses ini membutuhkan bahan baku minyak dengan kemurnian tinggi. Minyak yang mengandung asam lemak bebas tinggi tidak sesuai digunakan dengan metode tersebut karena asam lemak akan bereaksi dengan katalis basa menghasilkan sabun yang akan mempersulit proses pemisahan biodiesel dengan gliserol. Oleh karena itu, biodiesel berbahan baku minyak biji karet dengan kandungan asam lemak bebas tinggi perlu direaksikan terlebih dahulu untuk menurunkan asam lemak hingga <2% melalui proses acid pre-treatment pada reaksi esterifikasi, kemudian baru dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa. Tahap pertama adalah dengan melakukan optimasi katalis asam untuk mengetahui katalis asam apa yang cocok digunakan dalam proses acid pre-treatment ini. Katalis asam yang akan digunakan adalah HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> pada konsentrasi 2% v/v, perbandingan volume metanol 1:3 terhadap minyak, dengan kondisi operasi pada temperatur 60°C, kecepatan pengaduk 200 rpm selama 2 jam. Hasil optimasi menunjukkan katalis asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mampu memberikan rendemen biodiesel yang lebih banyak yaitu 52,6% dan mampu menurunkan kadar %FFA (Free Fatty Acid) lebih cepat hingga 1,57% dibandingkan katalis asam lainnya. Setelah itu penelitian acid pre-treatment dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilanjutkan dengan variasi konsentrasi katalis asam (0,5%, 1%, 1,5%, 2%) dan temperatur (40°C, 50°C, 60°C) dengan pengambilan sampel setiap 30 menit untuk menghitung penurunan kadar %FFA. Hasil Penelitian menunjukkan, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 0,5% v/v dan temperatur 60°C, memberikan prosentasi penurunan FFA paling cepat yaitu hingga 1,23% dan rendemen biodiesel terbesar hingga 70% dalam waktu 2 jam.*

**Kata kunci:** *biodiesel, acid pre-treatment, asam lemak bebas, transesterifikasi, minyak biji karet.*

**THE EFFECT OF ACID PRE-TREATMENT  
ON THE SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM  
RUBBER SEED OIL (*Havea brasiliensis*) EXTRACTED USING  
TRANSESTERIFICATION METHOD.**

**Name / NPM : Elisa Maharani (201010235007)**

**ABSTRACT**

*The rubber seed contains 40%-50% by weigh of oil which potentially as a raw material in the production of biodiesel. Biodiesel production process from vegetable oil is generally carried out by transesterification reaction using the alkali catalyst. This process requires a feedstock oil with a high purity. A high free fatty acid oil is not suitable to use on this method, because the high free fatty acid will be reaction with the alkali catalyst and will be happend saponification process which would complicate the separation process of biodiesel with glycerol. Therefore, biodiesel from rubber seed oil with a high free fatty acid contains need a pretreatment to reduce of free fatty acids to <2% through the esterification process, after that the process will continue to alkali catalyzed process (transesterification). The first step is an acid catalyst optimization to know what is suitable acid catalyst used in this acid pre-treatment process. The acid pre-treatment using HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, and H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> on 2% v/v as catalyst on the ratio of methanol to oil is 1:3, at 60°C, and 200 rpm stirring speed in 2 hours. The optimization result showing that H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> as acid catalyst is able to provide a higher yield of biodiesel up to 52,6% and that is able to reduce levels of FFA up to 1,57% faster than other acid catalyst. After that, this research was continued by variation of the acid catalyst concentration (0,5%, 1%, 1,5%, 2%) and temperature (40°C, 50°C, 60°C) with sampling every 30 minutes to calculate the reduction of %FFA levels. The result of this research is showing that, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on concentration 0,5% v/v and temperature 60°C gives the faster percentage reduction of FFA up to 1,23% and the higher yield of biodiesel up to 70% in 2 hours than other variation.*

**Keyword:** *biodiesel, acid pre-treatment, free fatty acid, transesterification, rubber seed oil.*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi yang berjudul “*Pengaruh Acid Pre-Treatment Terhadap Sintesis Biodiesel Dari Hasil Ekstraksi Minyak Biji Karet (Hevea brasiliensis) Dengan Menggunakan Metode Transesterifikasi*” ini, disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana strata-1 di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga yang senantiasa memberikan segalanya yang penulis butuhkan untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Reni Masrida, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia.
3. Ibu Dr. Ir. Yatty Maryati, M.Si dan Bpk Dr. Ir. Samuel Rusen Kabangnga selaku pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan dan arahan dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Pengajar di Ubhara Jaya, khususnya Dosen Pengajar di Program Studi Teknik Kimia yang memberikan banyak ilmu yang bermanfaat kepada penulis.



5. Pak Jaswanto dan Ibu Endah dari Pusat Laboratorium Forensik POLRI atas bantuannya selama ini.
6. Teman-teman mahasiswa/i Teknik Kimia yang telah banyak memberikan masukan, saling mendukung dan memberikan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Dan pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Amin Ya Rabbal Alamin.

Terima kasih.



Bekasi, Juli 2014

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Metode Penelitian .....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 Biodiesel .....	6
2.2 Minyak Nabati .....	9
2.3 Komposisi Minyak Nabati .....	11
2.3.1 Triglicerida .....	11
2.3.2 Asam Lemak .....	12

2.4 Biji Karet.....	14
2.5 Minyak Biji Karet .....	17
2.6 Bahan Baku Utama Biji Karet.....	19
2.7 Bahan Baku Pendukung .....	20
2.7.1 Metanol .....	20
2.7.2 Natrium Hidroksida.....	21
2.7.3 Kalium Hidroksida .....	21
2.7.4 N-Heksana.....	22
2.7.5 Asam Sulfat.....	23
2.7.6 Asam Klorida .....	23
2.7.7 Asam Fosfat .....	24
2.7.8 Aquadest.....	25
2.7.9 Indikator Phenolptalein.....	26
2.8 Produk Utama Biodiesel .....	26
2.9 Produk Samping Gliserin (Gliserol).....	27
2.10 Macam Proses .....	28
2.10.1 Ekstraksi Minyak Biji Karet.....	28
2.10.2 <i>Acid Pre-Treatment</i> pada Esterifikasi.....	30
2.10.3 Transesterifikasi.....	32
2.11 Penelitian Terdahulu .....	35

### **BAB III METODOLOGI PERCOBAAN**

3.1 Bahan Penelitian.....	37
3.2 Alat Penelitian.....	38
3.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	38

3.4	Prosedur Penelitian.....	39
3.4.1	Tahap Ekstraksi Minyak Biji Karet .....	39
3.4.2	Tahap Pengujian Kadar %FFA Awal.....	41
3.4.3	Tahap <i>Acid Pre-Treatment</i> .....	42
3.4.4	Tahap Transesterifikasi .....	42
3.4.5	Tahap Pemurnian Biodiesel .....	43
3.5	Blok Diagram .....	44
3.6	Rancangan Percobaan .....	46
3.6.1	Penetapan Variabel .....	46
3.6.2	Respon.....	47
3.6.3	Daftar Running Untuk Rancangan Percobaan .....	47
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Ekstraksi Minyak Biji Karet.....	49
4.2	Perhitungan %FFA Minyak Biji Karet .....	51
4.3	Hasil Acid Pre-Treatment.....	52
4.3.1	Optimasi Katalis Asam .....	53
4.3.2	Pengaruh Persen Katalis dan Temperatur Terhadap Persen FFA .....	56
4.4	Hasil Transesterifikasi dan Rendemen Biodiesel.....	60
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	64
5.2	Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		66
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Monogliserida, Digliserida, Trigliserida.....	11
Gambar 2.2. Peta Sebaran Produksi Karet di Indonesia .....	14
Gambar 2.3. Potensi Biomassa Karet di Indonesia.....	15
Gambar 2.4. Biji Karet.....	16
Gambar 2.5. Pohon, Biji dan Getah Karet .....	17
Gambar 2.6. Reaksi esterifikasi dari asam lemak menjadi metil ester .....	30
Gambar 2.7. Reaksi penyabunan dari asam lemak bebas .....	31
Gambar 2.8. Proses acid pre-treatment untuk minyak dengan kadar FFA tinggi.....	32
Gambar 2.9. Mekanisme reaksi transesterifikasi .....	33
Gambar 2.10. Tiga tahap reaksi trigliserida menjadi metil ester .....	34
Gambar 2.11. Reaksi transesterifikasi dari trigliserida menjadi FAME.....	34
Gambar 4.1. Rangkaian sokletasi.....	50
Gambar 4.2. Hasil ekstraksi minyak biji karet.....	51
Gambar 4.3. Proses pemisahan minyak hasil acid pre-treatment .....	53
Gambar 4.4. Diagram penurunan kadar asam lemak bebas.....	54
Gambar 4.5. Diagram hasil optimasi katalis asam.....	55

Gambar 4.6. Penurunan %FFA pada acid pre-treatment (katalis 0,5%-volume) pada berbagai temperatur reaksi .....	57
Gambar 4.7. Penurunan %FFA pada acid pre-treatment (katalis 1%-volume) pada berbagai temperatur reaksi .....	57
Gambar 4.8. Penurunan %FFA pada acid pre-treatment (katalis 1,5%-volume) pada berbagai temperatur reaksi .....	58
Gambar 4.9. Penurunan %FFA pada acid pre-treatment (katalis 2%-volume) pada berbagai temperatur reaksi .....	58
Gambar 4.10. Rangkaian alat proses transesterifikasi .....	60
Gambar 4.11. Proses pemisahan biodiesel dan gliserol.....	60
Gambar 4.12. Proses pemurnian biodiesel.....	61
Gambar 4.13. Hasil biodiesel biji karet .....	61
Gambar 4.14. Grafik hubungan konsentrasi dan temperatur terhadap persen yield biodiesel .....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar Nasional Indonesia untuk Biodiesel .....	8
Tabel 2.2. Asam Lemak Jenuh.....	13
Tabel 2.3. Asam Lemak Tak Jenuh .....	13
Tabel 2.4. Komposisi Asam Lemak dalam Minyak Biji Karet.....	18
Tabel 2.5. Perbandingan Asam Lemak Pada Beberapa Minyak Nabati .....	18
Tabel 2.6. Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Karet.....	18
Tabel 2.7. Sifat Fisika dan Kimia Biji Karet .....	19
Tabel 2.8. Komposisi Biji Karet .....	20
Tabel 2.9. Sifat Fisika dan Kimia Metanol .....	20
Tabel 2.10. Sifat Fisika dan Kimia Natrium Hidroksida .....	21
Tabel 2.11. Sifat Fisika dan Kimia Kalium Hidroksida.....	22
Tabel 2.12. Sifat Fisika dan Kimia N-Heksana .....	22
Tabel 2.13. Sifat Fisika dan Kimia Asam Sulfat .....	23
Tabel 2.14. Sifat Fisika dan Kimia Asam Klorida.....	24
Tabel 2.15. Sifat Fisika dan Kimia Asam Fosfat.....	25
Tabel 2.16. Sifat Fisika dan Kimia Aquadest .....	26
Tabel 2.17. Sifat Fisika dan Kimia Biodiesel .....	27

Tabel 2.18. Sifat Fisika dan Kimia Gliserol .....	27
Tabel 2.19. Penelitian Terdahulu Proses Ekstraksi Minyak Biji Karet .....	35
Tabel 2.20. Penelitian Terdahulu Acid Pre-Treatment dan Transesterifikasi..	36
Tabel 3.1. Optimasi Katalis Asam Untuk Proses Acid Pre-Treatment.....	48
Tabel 3.2. Daftar Running Variasi Temperatur dan Konsentrasi Katalis.....	48
Tabel 4.1. Hasil Optimasi Katalis Asam.....	54
Tabel 4.2. Hasil Persen Rendemen Biodiesel.....	62
Tabel 4.3. Perbandingan Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya.....	63





## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN 1</b> Analisis Perhitungan Kadar FFA <i>Preteated Oil</i> .....	69
<b>LAMPIRAN 2</b> ANOVA ( <i>Analysis Of Variance</i> ) .....	74
<b>LAMPIRAN 3</b> Hasil Analisa GC-MS Biodiesel Biji Karet .....	80
<b>LAMPIRAN 4</b> Flow Sheet Proses Pembuatan Biodiesel Biji Karet	
4.1 Flow Sheet Ekstraksi Minyak Biji Karet.....	90
4.2 Flow Sheet Esterifikasi ( <i>Acid Pre-Treatment</i> ) .....	91
4.3 Flow Sheet Transesterifikasi .....	92
<b>LAMPIRAN 5</b> Neraca Massa	
5.1 Perhitungan Berat Molekul FFA Oil dan Biodiesel .....	93
5.2 Neraca Massa Hasil Penelitian.....	94
5.2.1 Neraca Massa Proses Ekstraksi Minyak Biji Karet..	94
5.2.2 Neraca Massa Proses Esterifikasi.....	96
5.2.3 Neraca Massa Proses Transesterifikasi .....	100
5.3 Neraca Massa Pra Rancangan Pabrik Biodiesel Biji Karet	105
<b>LAMPIRAN 6</b> Neraca Energi.....	111
6.1 Perhitungan Nilai Kapasitas Panas (Cp) .....	111
6.1.1 Cp Minyak Biji Karet (FFA).....	111

6.1.2 Cp Gliserida (Olein).....	113
6.1.3 Cp Triglicerida (Triolein).....	113
6.1.4 Cp Metil Ester (Biodiesel) .....	113
6.1.5 Cp Gliserol .....	117
6.1.6 Cp Metanol dan Air.....	117
6.2 Perhitungan Panas Pembentukan ( $\Delta H_f$ ).....	118
6.2.1 $\Delta H_f$ Minyak Biji Karet (FFA).....	118
6.2.2 $\Delta H_f$ Gliserida (Olein).....	120
6.2.3 $\Delta H_f$ Triglicerida (Triolein).....	120
6.2.4 $\Delta H_f$ Metil Ester (Biodiesel).....	120
6.2.5 $\Delta H_f$ Metanol, Air dan Gliserol.....	124
6.3 Reaktor Esterifikasi.....	124
6.3.1 Perhitungan Panas Bahan Masuk Reaktor .....	125
6.3.2 Perhitungan Panas Bahan Keluar Reaktor .....	127
6.4 Reaktor Transesterifikasi.....	129
6.4.1 Perhitungan Panas Bahan Masuk Reaktor .....	130
6.4.2 Perhitungan Panas Bahan Keluar Reaktor .....	131

