

**STUDI PENGARUH KOSOLVEN DIETIL ETER PADA SINTESIS  
BIODISEL DENGAN KATALIS HETEROGEN CaO DARI MINYAK  
LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT**

**Skripsi  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1**



**Puji Siswanti  
11630025**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2015**



### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp. :-

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Puji Siswanti

NIM : 11630025

Judul Skripsi : **Studi Pengaruh Kosolven Dietil Eter pada Sintesis Biodisel dengan Katalis Heterogen CaO dari Minyak Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit**

sudah dapat diajukan kembali kepada Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Dengan ini, kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 25 Juni 2015

Pembimbing,

Pedy Artsanti, M.Sc



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Puji Siswanti

NIM : 11630025

Judul Skripsi : **Studi Pengaruh Kosolven Dietil Eter pada Sintesis Biodisel dengan Katalis Heterogen CaO dari Minyak Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit**

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 25 juni 2015

Konsultan,

Khamidinal. M.Si

NIP: 19691104 200003 1 002



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Puji Siswanti

NIM : 11630025

Judul Skripsi : **Studi Pengaruh Kosolven Dietil Eter pada Sintesis Biodisel dengan Katalis Heterogen CaO dari Minyak Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit**

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 25 Juni 2015

Konsultan,

Karmanto, M.Sc

NIP: 19820504 2000912 1 005



### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Puji Siswanti  
NIM : 11630025  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Studi Pengaruh Kosolven Dietil Eter pada Sintesis Biodiesel dengan Katalis Heterogen CaO dari Minyak Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada peneliti.

Yogyakarta, 25 Juni 2015



Puji Siswanti  
11630025



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1788/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Studi Pengaruh Kosolven Dietil Eter pada Sintesis Biodiesel dengan Katalis Heterogen CaO dari Minyak Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Puji Siswanti  
NIM : 11630025  
Telah dimunaqasyahkan pada : 15 Juni 2015  
Nilai Munaqasyah : A

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Pedy Artsanti, M.Sc

Penguji I

Khamidinal, M.Si  
NIP.19691104 200003 1 002

Penguji II

Karmanto, M.Sc  
NIP. 19820504 200912 1 005

Yogyakarta, 23 Juni 2015  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan

Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si.  
NIP. 19550427 198403 2 001

## MOTTO

*“karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Sesungguhnya  
sesudah kesulitan itu ada kemudahan”*  
[QS. Al-Insyirah; 94;5-6]

*Walau tak ada yang sempurna, Hidup ini Indah begini adanya*  
(Dee)

*Segalanya dapat berjalan mulus, dengan syarat ada niat dan restu  
dari orang tua dan Illahi*  
(Puji Siswanti)

**MY TRIP MY ADVENTURE**

## PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah,*

*Bersama rasa syukur, penulis persembahkan karya ini untuk:*

*Bapak dan Mamak Tercinta*  
*\* yang tiada henti memberikan dan mencurahkan kasih*  
*sayangnya dalam bentuk moral maupun materil,*

*adik-adikku tersayang*  
*\* semoga engkau berdua dapat menjadi kebanggaan kami*

*dan Calon Suamiku*

*serta Almamater Kimia UIN SUKRA*



## KATA PENGANTAR

*Bismillaahirrahmaanirrahim.*

Puji dan syukur kehadiran Allah swt atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Studi Pengaruh Kosolven Dietil Eter pada Sintesis Biodisel dengan Katalis Heterogen CaO dari Minyak Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit”** dengan baik. Salawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Agung Muhammad saw, keluarga, para sahabat, dan seluruh umatnya terutama kita yang senantiasa mengikuti sunnahnya, *Amin*.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari semua pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, saran, dan nasihat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech., selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Pedy Artsanti, M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan pengarahan dengan sabar, telaten dan penuh kasih sayang hingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Didik Krisdiyanto, S.si., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik.
5. Seluruh dosen dan karyawan prodi Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, terima kasih atas ilmu yang telah diajarkan dan bantuannya selama ini.

6. Bapak Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., serta Ibu Isni Gustanti, S.Si., selaku laboran Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu membantu dan berbagi pengetahuan, serta pengarahan selama melakukan penelitian.
7. Bapak, dan mamak penulis yang selalu mendo'akan, menasehati, mengarahkan, dan memberikan dorongan moril serta materil yang tiada henti selama jarak terpisah jauh.
8. Mas Fahmi Ash Shiddieqy, yang telah menjadi bagian hidup penulis selama 4 tahun ini, yang selalu dan tak ada hentinya memberikan dukungan, nasehat, materil, terimakasih untuk selalu memberikan waktu yang berharga dan selalu ada disampingku.
9. Seluruh keluarga baru dari Garut, ka imat, aa rahmat, pak nurdin, pak marno, pak tatan, dan lainnya, tanpa PT. Condong Garut penelitian ini tak akan berjalan dengan lancar, terimakasih atas segala bantuannya.
10. Heru Dwi Prasetya, bersamamu penulis belajar, keluar dari sangkar, dan hidup menjadi diri sendiri, terimakasih atas segala kebaikan yang telah diberikan.
11. Sahabat Kimia, yudi, muli, makke (luluk), cinta (wiqe), neng yulus (ayu), azreal (asrel), riandy, agung, angga, sofi, gesyth, bunda hayati tersayang, lia, fina. *I'm proud to be a part in our life.* Cinte betul dengan kitak yak.
12. Keluarga Gebang KKN GK110, saat penulis merasa sendiri kalian menjadi rumahku kembali.
13. Sahabat *basecamp* KUJ yang menjadi bagian dan rumah kedua dijogja.

14. Seluruh kakak dan adik angkatan Prodi Kimia UIN Sunan Kalijaga, terimakasih untuk setiap dukungan dan motivasinya
15. Segenap pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran penulis harapkan untuk perbaikan selanjutnya. Semoga kebaikan serta bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT. Akhir kata, penulis mohon maaf sebesar-besarnya apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat kesalahan. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 25 Juni 2015

Penulis,

Puji Siswanti  
**11630025**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
HALAMAN MOTTO .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK .....	xvii
 <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	5
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	6
B. Landasan Teori.....	8
1. Kelapa Sawit .....	8
2. Pengolahan Minyak Kelapa Sawit .....	10
3. Kosolven Dietil Eter .....	11
4. Biodisel .....	13
5. Katalis .....	15
6. Esterifikasi .....	17
7. Transesterifikasi .....	18
8. Karakteristik Biodisel .....	19
 <b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	23
B. Alat-alat Penelitian.....	23
C. Cara Kerja Penelitian .....	24
1. Karakterisasi Limbah Cair Kelapa Sawit.....	24
2. Preparasi Limbah Cair Kelapa Sawit.....	24
3. <i>Degumming</i> .....	24
4. Pemucatan Minyak ( <i>Bleaching</i> ).....	24
5. Analisis Kadar Asam Lemak Bebas .....	25
6. Esterifikasi Minyak LCPKS .....	25

7. Transesterifikasi Minyak LCPKS .....	25
8. Pemurnian Biodisel .....	26
9. Uji Kualitas Biodisel .....	26
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Karakterisasi Limbah Cair PMKS .....	31
B. Pemurnian Minyak LCPKS .....	33
C. Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi Minyak LCPKS.....	35
D. Interpretasi Hasil Analisis .....	44
1. Analisis spektrofotometer inframerah .....	44
2. Analisis GC-MS .....	46
3. Analisis Kualitas Biodisel.....	47
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	53
B. Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	54
<b>LAMPIRAN</b> .....	58
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	72

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Skema Kelapa Sawit ..... 9
Gambar 2.2	Struktur Dietil Eter..... 12
Gambar 2.3	Reaksi transesterifikasi Trigliserida ..... 20
Gambar 4.1	Kolam pertama penampungan minyak ( <i>sludge fit</i> ) ..... 31
Gambar 4.2	Mekanisme Reaksi Esterifikasi ..... 36
Gambar 4.3	Mekanisme Pembentukan Anion metoksida ..... 39
Gambar 4.4	Mekanisme reaksi trigliserida menjadi digliserida ..... 40
Gambar 4.5	Mekanisme reaksi digliserida menjadi monogliserida..... 40
Gambar 4.6	Mekanisme reaksi monogliserida menjadi gliserol..... 41
Gambar 4.7	Rendemen Biodisel Variasi katalis ..... 41
Gambar 4.8	Rendemen Biodisel Variasi cosolvent ..... 43
Gambar 4.9	Spektra inframerah senyawa metil ester dari minyak LCPKS.. 45
Gambar 4.10	Kromatogram GC metil ester dari minyak LCPKS ..... 46



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Parameter dalam Limbah Cair PMKS .....	11
Tabel 2.2 Standar Mutu Biodisel .....	14
Tabel 4.1 Kandungan asam lemak pada minyak kelapa sawit.....	32
Tabel 4.2 Kadar penurunan asam lemak bebas (FFA) minyak.....	34
Tabel 4.3 Pengaruh Kosolven terhadap kadar asam lemak bebas .....	38
Tabel 4.4 Serapan gugus fungsi senyawa Biodisel (metil ester) .....	45
Tabel 4.5 Hasil analisis spektra massa dari minyak LCPKS .....	47
Tabel 4.6 Nilai Karakteristik Mutu Biodisel.....	48



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Perhitungan Reaktan pada esterifikasi dan transesterifikasi .....	58
Lampiran 2. Standarisasi Larutan NaOH 0,1 N .....	59
Lampiran 3. Perhitungan Minyak Kadar Asam Lemak Bebas (% FFA) .....	61
Lampiran 4. Perhitungan Rendemen Biodisel .....	63
Lampiran 5. Perhitungan sifat fisik biodisel .....	64
Lampiran 6. Spektra Inframerah Senyawa Metil Ester .....	66
Lampiran 7. Kromatogram GC Metil Ester .....	67
Lampiran 8. Persyaratan Kualitas Biodisel .....	68
Lampiran 9. Dokumentasi .....	69
Lampiran 10. Karakterisasi Limbah cair Kelapa Sawit PT Condong Garut.....	71



## ABSTRAK

### STUDI PENGARUH KOSOLVEN DIETIL ETER PADA SINTESIS BIODISEL DENGAN KATALIS HETEROGEN CAO DARI MINYAK LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT

Puji Siswanti  
11630025

Pembimbing: Pedy Artsanti, M.Sc

---

Studi pengaruh kosolven dietil eter telah dilakukan pada sintesis biodiesel dengan katalis heterogen CaO dari minyak limbah cair pabrik kelapa sawit. Metodologi penelitian meliputi; preparasi sampel, esterifikasi, transesterifikasi, pemurnian biodisel, dan karakterisasi biodisel. Proses esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak, metanol (1:9), kosolven dietil eter, dan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%. Reaksi dilakukan selama 120 menit pada temperatur 65 °C dengan variasi penambahan perbandingan kosolven (CPO:DEE) 1:0,5., 1:1., dan 1:1,5 b/v, sedangkan proses transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan fase organik hasil esterifikasi dengan metanol (1:9), kosolven (CPO:DEE) 1:0,5., 1:1, 1:1,5 b/v dan katalis heterogen CaO dengan variasi 3%, 6%, dan 8% berat reaktan total. Rendemen biodisel perlakuan dengan penambahan kosolven dietil eter dibandingkan dengan rendemen perlakuan tanpa penambahan kosolven dietil eter. Metil ester hasil sintesis dikarakterisasi dengan spektrofotometer inframerah, GC-MS dan di uji sifat fisik kimianya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaksi sintesis biodiesel dengan pengaruh kosolven terhadap variasi massa katalis dihasilkan rendemen optimum pada katalis 8% sebesar 59,813%, sedangkan rendemen biodisel tanpa kosolven pada konsentrasi yang sama sebesar 42,33%. Pengaruh perbandingan kosolven dietil eter dihasilkan rendemen optimum pada perbandingan 1:1,5 dengan katalis 8% sebesar 69,045%. Hasil spektra inframerah menunjukkan adanya serapan gugus fungsi ester. Hal ini didukung dengan data hasil GC-MS yang menunjukkan terbentuknya metil ester. Metil ester tersebut adalah metil palmitat (42,08%), metil oleat (36,27%), metil linoleat (12,78%), dan metil stearat (6,04%). Adapun hasil uji sifat fisis dari biodisel meliputi densitas, viskositas, bilangan asam, kadar air, bilangan *iod*, angka penyabunan, dan angka setana secara berturut 0,825 g/cm<sup>3</sup>, 4,792 cSt, 0,8 mgNaOH/g biodisel, 0,598% berat, 28,52 gI<sub>2</sub>/g biodisel, 147,31 gKOH/g biodisel, dan angka setana sebesar 76,03.

---

Kata kunci: *Kelapa Sawit, Limbah Cair, Esterifikasi, Transesterifikasi, Kosolven, Katalis Heterogen, CaO, Biodisel, GC-MS.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kelapa sawit merupakan jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak. Sebagai negara agraris, pada tahun 1996 Indonesia merupakan penghasil kelapa sawit terbesar kedua di Dunia setelah Malaysia. Namun, selama dasawarsa terakhir telah terjadi perubahan yang signifikan pada industri minyak sawit, yaitu Indonesia menjadi produsen minyak utama bagi kebutuhan kelapa sawit dunia karena di Indonesia banyak tersedia lahan untuk perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dirjenbun (2014), luas area perkebunan kelapa sawit di Indonesia hingga tahun 2013 mencapai 9.149.919 Ha dengan jumlah produksi minyak kelapa sawit sebesar 24.431.640.

Kelapa sawit diolah menjadi minyak kelapa sawit dilakukan melalui berbagai proses. Pada proses pengolahan ini pabrik kelapa sawit banyak menghasilkan limbah. Adapun limbah yang dihasilkan berupa limbah cair, padat, dan gas. Semakin banyak produksi minyak kelapa sawit, maka semakin banyak pula limbah yang dihasilkan. Limbah hasil pengolahan kelapa sawit ini ditampung di kolam penampungan (*sludge fit*) terlebih dahulu lalu dialirkan ke kolam IPAL untuk proses pengolahan limbah secara anaerob.

Limbah cair dari pengolahan kelapa sawit memiliki kandungan minyak dan lemak yang tinggi. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim *et al*, (2012), yaitu limbah cair hasil pengolahan kelapa sawit memiliki kandungan minyak dan lemak yang tinggi yaitu 15.300 mg/L. Berdasarkan hal tersebut, dengan

kandungan minyak yang cukup tinggi pada limbah ini, dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku untuk sintesis bahan bakar alternatif seperti biodisel. Destian (2007), dalam penelitiannya mengatakan bahwa minyak limbah cair industri CPO dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodisel. Metode yang digunakan adalah reaksi transesterifikasi menggunakan katalis asam  $H_2SO_4$  dan katalis basa NaOH. Rendemen biodisel yang dihasilkan dengan menggunakan metode tersebut sebesar 86% - 88%.

Metode yang digunakan pada sintesis biodisel pada umumnya secara konvensional. Namun, dikarenakan dengan menggunakan metode konvensional memiliki kelemahan diantaranya reaksi yang terjadi berlangsung lambat dan pada saat tertentu reaksi berhenti sebelum 100% sempurna terkonversi menjadi biodisel (Boocook, *et.al* (1998). Pada proses sintesis menggunakan metode konvensional (metanolisis) ini akan terdapat dua lapisan (dua fase). Boocook, *et.al* (1998), menduga lapisan ini terbentuk dikarenakan kelarutan minyak dalam metanol rendah dan katalis berada pada fase metanol, sehingga hal ini menyebabkan reaksi membutuhkan waktu untuk minyak dapat terlarut dalam metanol dan menyebabkan reaksi berlangsung lama.

Kelarutan minyak dalam metanol agar reaksi berlangsung cepat dapat diatasi dengan menambahkan kosolven. Kosolven adalah cairan yang berperan meningkatkan daya larut aktif *solvent* (metanol), yang dapat dilihat dari penurunan kekentalan yang cukup besar pada larutan (minyak) setelah penambahan kosolven (Manhajan, *et. al.*, (2006). Selain itu kosolven juga memiliki kelarutan yang tinggi dalam alkohol, asam lemak, dan trigliserida. Berdasarkan penelitian yang dilakukan

oleh Baidawi *et.al* (2009), ia menyebutkan bahwa dengan penambahan kosolven mampu meningkatkan kadar metil ester dan menyingkat waktu yang dibutuhkan pada reaksi sintesis biodisel. Kriteria kosolven yang baik digunakan sebaiknya tidak mengandung air, dan memiliki titik didih yang dekat dengan metanol untuk mempermudah pemisahan diakhir reaksi, seperti diisopropil eter, dietil eter, dan tetrahidrofuran (Baidawi, *et al*, 2009).

Selain penambahan kosolven, pemilihan katalis juga berperan penting dalam sintesis biodisel. Katalis yang biasa digunakan baik katalis asam dan basa dalam proses sintesis biodisel tersebut merupakan katalis homogen. Katalis homogen dalam penggunaannya memiliki beberapa kekurangan diantaranya dapat terjadi reaksi penyabunan yang dapat merusak biodisel, bersifat korosif, tidak dapat dipisahkan, serta tidak dapat digunakan kembali (Bangun, 2009). Oleh karena itu, dalam perkembangannya biodisel disintesis dalam reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa heterogen.

Katalis basa heterogen yang sering digunakan adalah CaO, MgO, ZnO, dan lain-lain. Penggunaan CaO sebagai katalis telah banyak dilakukan oleh peneliti biodisel. Riani (2009), telah melakukan transesterifikasi minyak sawit mentah dan metanol menggunakan katalis padat kalsium oksida (CaO). Hasil transesterifikasi menggunakan katalis CaO optimum pada perbandingan mol CPO terhadap metanol adalah 1:12 (mol/mol), suhu 65°C dan waktu reaksi selama 120 menit diperoleh rendemen sebesar 65.35%. Katalis CaO ini memiliki banyak kelebihan diantaranya memiliki aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang ringan, masa hidup katalis yang panjang sehingga dapat dimanfaatkan kembali.

Berdasarkan hal diatas, kebaharuan dalam penelitian ini adalah sintesis biodisel yang dilakukan dengan proses transesterifikasi biodisel menggunakan katalis CaO. Selain itu, pengolahan biodisel juga dilakukan dengan penambahan kosolven mampu meningkatkan produksi biodisel dari minyak limbah cair kelapa sawit. Kosolvendigunakan adalah dietil eter karena memiliki titik didih yang rendah dan merupakan pelarut non-polar. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kosolven dietil eter dan efektivitas penggunaan katalis heterogen CaO terhadap rendemen biodisel yang diperoleh.

### **B. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Minyak yang digunakan berasal dari limbah cair pengolahan minyak kelapa sawit pada kolam pertama yang diperoleh dari PT. Condong Garut, Cikelet, Garut.
2. Katalis yang digunakan untuk reaksi esterifikasi adalah  $H_2SO_4$  dan reaksi transesterifikasi adalah CaO.
3. Kosolven yang digunakan adalah dietil eter dan alkohol yang digunakan adalah metanol 98% berkualitas p.a.

### **C. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi massa katalis CaO yang digunakan pada reaksi transesterifikasi biodisel terhadap rendemen yang diperoleh?
2. Bagaimana pengaruh penambahan kosolven dietil eter terhadap rendemen yang diperoleh?

3. Bagaimana komponen biodisel yang dihasilkan berdasarkan analisis menggunakan instrumen *Gas Chromatography-Mass Spektrometer* (GC-MS) dan sifat fisis kimia dari biodisel yang dihasilkan pada kondisi optimum?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi massa katalis dalam proses sintesis biodisel terhadap rendemen yang diperoleh.
2. Mengetahui pengaruh penambahan kosolven dietil eter terhadap rendemen yang diperoleh.
3. Mengetahui komponen senyawa biodisel yang dihasilkan dengan GC-MS dan sifat fisis dan sifat kimia dari biodisel yang dihasilkan pada kondisi optimum.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi bahwa jenis katalis, jumlah kosolven dapat mempengaruhi rendemen yang diperoleh dan sifat fisis dari biodisel. Serta memanfaatkan limbah cair kelapa sawit yang memiliki kandungan minyak dan lemak yang tinggi.

## **BAB V PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa;

1. Variasi persentase katalis dalam proses sintesis biodisel menunjukkan pengaruh terhadap rendemen yang diperoleh. Rendemen terbaik yang diperoleh pada variasi katalis 8% sebesar 59,81%.
2. Kosolven dietil eter memberikan pengaruh yang signifikan tinggi dibandingkan dengan sintesis biodisel tanpa katalis. Rendemen terbaik yang diperoleh pada perbandingan CPO:DEE 1;1,5 dengan katalis 8% sebesar 69,13%.
3. Senyawa metil ester (biodisel) yang dihasilkan berdasarkan analisis menggunakan *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS) adalah metil palmitat (42,08%), metil oleat (36,27%), metil linoleat (12,78%), dan metil stearat (6,04%). Dengan sifat fisis densitas 0,825 g/cm<sup>3</sup>, viskositas 4,792 cSt, angka asam 0,8 mg NaOH/g biodisel, kadar air 0,598%, angka penyabunan 147,31 g KOH/g biodisel, bilangan iod 28,52 gI<sub>2</sub>/g biodisel, dan angka setana 76,03.

### **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu: Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis pengaruh suhu, waktu kontak tiap variasi perbandingan CPO:DEE, dan analisis dengan aktivasi katalis CaO terlebih dahulu dengan kalsinasi maupun dengan penambahan sifat kebasaaan CaO, dan pemurnian dengan destilasi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aprilina, P., Silviana. 2008. *Kajian Awal Pembuatan Biodiesel dari Minyak Dedak Padi dengan Proses Esterifikasi*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang
- Aldiona, A. F., Budiyanto, Hasan, B. D. 2012. Optimalisasi Kinerja Pembuatan dan Peningkatan Kualitas Biodiesel dari Fraksi Minyak Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Memanfaatkan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 22 (1). [10-14]
- Azam, M.M., Waris, Amtul, Nahar, N.M. 2005. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. *Biomass and Bioenergy* 29. [293–302]
- Boocock, D.G.B., S.K. Konar, V. Mao, C.Lee, and Sonia Buligan 1998. Fast Formation Of High-Purity Methyl Esters From Vegetable Oils. *J.Am.Oil Chem.Soc.* 75. [1167 – 1172]
- Baidawi, A., Rachmaniah, O., Latif, I. 2009. Produksi Biodiesel Berkemurnian Tinggi dari Crude Palm Oil dengan TetraHidrofuran-Fast Single-Phase Proses. *Reaktor*, Vol. 12 No. 3, Juni 2009, Hal. 166-174
- Bajpai, D. dan Tyagi, V.K. 2006. Biodiesel: Source, Production, Composition, Properties and its Benefits. *Jour. of Oleo Sci.* 10: 487-502.
- Bangun, N., 2008. Dimetil Ester Rantai Cabang Sebagai Energi Biodiesel Hasil Turunan Asam Oleat Minyak Kelapa Sawit. Laporan Hasil Penelitian, Universitas Sumatera Utara.
- Chaloud, D. J. *Handbook of Methods for Acid Deposition Studies: Field M* American Society for Testing Materials. 1958. *ASTM Standards on Petroleum Products and Lubricants*. Pp. 458-459. Baltimore.
- Dalai, Ajay K., Issariyakul, T., Kulkarni, Mangesh G., Bakhshi, Narendra N. 2007. Production of Biodiesel from Waste Fryer Grease using Mixed Methanol/Ethanol System. *Fuel Processing Technology* 8 [429-436]
- Darnoko, D., Nasution A., Bagus, G. 2005. Produksi Biodiesel dari Crude Palm Oil. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, warta PPKS, Medan
- Fanny, W. A., Subagjo., Prakoso, T. 2012. Pengembangan Katalis Kalsium Oksida Untuk Sintesis Biodiesel. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol 11, No. 2-2012, 66-73
- Fessenden, R.J, dan Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik Jilid 1*. Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta: Erlangga.



- Fessenden, R.J, dan Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik Jilid 2*. Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta: Erlangga.
- Dermibas, A. 2007. Comparison of Transesterification Methods for Production of Biodisel from Vegetable Oils and Fats. *Energy Conversion and Management* 49, 125-130
- Encinar, J.M., Gonzalez, J.F., Pardal, A., Marnitez, G. Transesterification of Repeseed Oil With Methanol In The Presence of Various Co-Solvents. 2010. *Proceedings Venice 2010, Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste*.
- Fauzi, Yan., Widyastuti, Yustina E., Satyawibawa, Iman., Paeru, Rudi H. 2012. *Kelapa Sawit: Budi Daya, Pemanfaatan Hasil dan Limbah, dan Analisis Usaa dan Pemasaran*. Jakarta. Penebar Swadaya
- Hardjono, A. 2000. *Teknologi Minyak Bumi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Hastuti, Pauliz Budi. 2011. *Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit*. Yogyakarta. Deepublish
- Hayyan, Adeeb., Hashim, Mohd Ali., Mjalli, Farouq S., Hayyan, Maan., AlNashef, Inas M. 2012. A Novel Phosphonium-based Deep Eutectic Catalyst for Biodiesel Production From Industrial Low Grade Crude Palm Oil. *Chemical engineering Science* 92. [81-88]
- Ibrahim, Ali Huddin., Dahlan, irvan., Adlan, Mohd Nurdin., Dasti, A. F. 2012. Comparative Study on Characterization of Malaysia Palm Oil Mill Effluent. *Research Journal of Chemical Sciences*. Vol 2(12) 1-5
- Indartono, Y. S. 2007. Mengenal Biodisel: *Karakteristik, Produksi Hingga Performance Mesin*.
- Istadi. 2011. *Teknologi Katalis untuk Konversi Energi: Fundamental dan Aplikasi*. Yogyakarta. Graha Ilmu
- Ketaren, S. 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press
- Knothe, G., Krahl, J., Gerpen, J.V. 2005. *The Biodiesel Handbook Second Edition*. Urbana. AOCS Press
- Krisnangkura, Kanit. 1986. A Simple Method For Estimation of Cetane Index of Vegetable Oil Methyl Esters. *JAOCS*. Vol. 63. No. 4

- Kouzu, M., Kasuno, T., Tajika, M., Sugimoto, Y., Yamanaka, S., Hidaka, J. 2008. Calcium Oxide as Solid Base Catalyst for Transesterification of Soybean Oil and Its Aplikasi to Biodisel Production. *Fuel*, 87[12]. 2798-2806
- Limpong, Juniar. 2010. *Pengaruh Katalis KOH dan CaO pada Pembuatan Biodisel Minyak Kemiri dengan Reaksi Transesterifikasi Menggunakan Eter Sebagai Kosolven*. Tesis. Universitas Sumatera Utara.
- Lin L, Rhee KC, Koseoglu SS, "Recent Progress in Membrane Degumming of Crude Vegetable Oils on a Pilot-Plant Scale". *Journal of Food Protein R&D Center*, 1998
- Maron, Samuel H., dan Lando, Jerome B, (1974), *Fundamentals of Physical Chemistry*, Macmillan Publishing Co. Inc. Canada. pp.654-656.
- Mittlebacht, M., Renschmidt, Claudia. 2004. *Biodisel The Comprehensive Handbook*. Viena: Boersedruck Ges.m.bH.
- Mukhibin. 2011. *Mengubah Oli Bekas Menjadi Solar*. Yogyakarta. Pustaka Solomon
- Prihandana, R., Roy H., dan Makmuri N. 2007. *Menghasilkan Biodiesel Murah: Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Pupanosa, Sundaryono A, Budiyo A, 2007. Kajian Rendemen Dan Karakteristik Metil Ester Dari Palm Oil Mill Effluent (POME) Industri Pengolahan Kelapa Sawit. Di dalam Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi, L. P. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 27-28 Agustus 2007.
- Ramadhansyah, Sundaryono A, Budiyo. 2009. Perengkahan Katalitik Metil Ester Limbah Cair Pengolahan CPO Menjadi Biofuel Dengan Katalis Zeolit. P.Kimia-JPMIPA FKIP Universitas Bengkulu (Laporan Penelitian belum dipublikasikan).
- Riani, S Sembiring. 2009. *Transesterifikasi Heterogen Minyak Sawit Mentah dan Metanol Menggunakan Katalis Padat Kalsium Oksida*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara
- Ridho, Rohmadi. 2010. *Optimasi Proses Produksi Biodisel dari Minyak Kelapa Sawit dan Jarak Pagar dengan Menggunakan Katalis Heterogen Kalsium Oksida*. Laporan Penelitian. Sumber Energi Baru dan Terbarukan. BPPT
- Santoso, Aman. 2013. *Pembuatan Biodisel dari Minyak Sawit Off Grade dengan Katalis Heterogen Sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Jurusan Kimia. Universitas Negeri Malang.
- Saputra, Destian. 2009. *Kajian Pemanfaatan Minyak Limbah Cair Industri Kelapa CPO Menjadi Biodisel*. Skripsi. Universitas Negeri Bengkulu

- Sastrohamidjojo, H. 1985. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta
- Setyoprato, P., Puguh, Purwanto, Edy, Hartanto, Rudy, Kristianto, J. 2008. Pengaruh Suhu Reaksi dan Rasio CPO/Metanol terhadap Karakteristik Produk pada Pembuatan Biodisel dengan Kosolven Dietil Eter. *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol. 9 No. 1: [72-77]
- Siboro, J., 2010. *Pengaruh Lama Reaksi Terhadap Perubahan Karakteristik Biodisel Turunan kacang Tanah Menggunakan Katalis CaO*. Skripsi. USU. Medan
- Sihotang, P. 2011. *Pengaruh Lama Reaksi Terhadap Perubahan Karakteristik biodisel dari Turunan Minyak Jarak Pagar dengan Menggunakan Katalis Polistirena Sulfonat*. Skripsi. USU. Medan
- Soerawidjaja, T. H. 2006. Fondasi-fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari teknologi Pembuatan Biodisel. *Handout Seminar Nasional "Biodisel Sebagai Energi Alternatif Masa Depan"*. UGM Yogyakarta
- Sudaryono, A. 2010. *Karakteristik Biodisel dan Blending Biodisel dari Oil Losses Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit*. Universitas Bengkulu. Bengkulu
- Sumarna, Deny. 2007. Keuntungan Proses Wet Degumming Dibanding Dry Degumming pada Pemurnian Minyak Kelapa Sawit Kasar. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Universitas Mulawarman Vol. 2 No 1207 [37-42]
- Sricasta, A., Prasad, R. 1998. *Triglyceride Based Diesel Fuels*. Departemen of Chemical Engineering, H. B. Technological Institute Kanpur, India
- Srivastava, A. dan R. Prasad. 2000. Triglycerides-based diesel fuels. *Renewable and Sustainable Energy reviews*, 4: 111-133
- Widyastuti, L. 2007. *Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel dengan Menggunakan Katalis KOH*. Skripsi. Jurusan Kimia. Universitas Negeri Semarang.
- Zaidar, Emma N. 2003. Manfaat dari Beberapa Jenis Bleaching Earth terhadap Warna CPO (Crude Palm Oil). *Jurnal Sains Kimia*. Vol 7. No 2 [31-35]
- Zoran B., Todorovic, Olivera S., Stamenkovic, Ivica S., Stamenovic, Jelena M., Avramovic, Ana V., Velickovic, Ivana B. Bankovic-Ilix, Vlada B. Veljkovic. 2012. The Effect of Kosolvenon Homogeneously and Heterogeneously Base-catalyzed Metanolysis of Sunflower oil. *Fuel*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1

### Perhitungan Reaktan pada Reaksi Esterifikasi dan Transesterifikasi

#### A. Reaksi Esterifikasi

Minyak = 40 gram

$$\text{Mol minyak} = \frac{\text{gram asam palmitat}}{\text{MR asam palmitat}}$$

$$\text{Mol Minyak} = \frac{40 \text{ gram}}{256 \text{ gram/mol}}$$

$$= 0,156 \text{ mol}$$

$$\text{Mol metanol} = \frac{\text{gram metanol}}{\text{MR metanol}}$$

$$9 \times 0,156 = \frac{\text{gram metanol}}{32 \text{ gram/mol}} = 45 \text{ gram}$$

$$\text{Katalis H}_2\text{SO}_4 \text{ 1\%} = \frac{1}{100} \times (40 + 45) = 0,85 \text{ gram}$$

#### B. Reaksi Transesterifikasi

Fase Organik = 10 gram

$$\text{Mol fase organik} = \frac{\text{gram asam palmitat}}{\text{MR tri palmitat}}$$

$$\text{Mol fase organik} = \frac{10 \text{ gram}}{806 \text{ gram/mol}}$$

$$= 0,012 \text{ mol}$$

$$\text{Mol metanol} = \frac{\text{gram metanol}}{\text{MR metanol}}$$

$$9 \times 0,012 = \frac{\text{gram metanol}}{32 \text{ gram/mol}} = 3,573 \text{ gram}$$

$$\text{Katalis CaO 3\%} = \frac{3}{100} \times (10 + 3,573) = 0,419 \text{ gram}$$

$$\text{Katalis CaO 6\%} = \frac{6}{100} \times (10 + 3,573) = 0,814 \text{ gram}$$

$$\text{Katalis CaO 8\%} = \frac{8}{100} \times (10 + 3,573) = 1,085 \text{ gram}$$

Lampiran 2.

## Pembuatan Larutan Standar

### A. Larutan Asam Oksalat

$$\text{Molaritas asam oksalat} = \frac{\text{mol asam oksalat}}{\text{volume asam oksalat}}$$

$$\text{Molaritas asam oksalat} = \frac{\text{gram asam oksalat} / \text{Mr asam oksalat}}{\text{volume asam oksalat}}$$

$$0,1 \text{ mol/liter} = \frac{\frac{\text{gram asam oksalat}}{126 \text{ g/mol}}}{0,1 \text{ L}}$$

$$0,1 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} = \frac{\text{gram asam oksalat}}{126 \text{ g/mol}}$$

$$0,01 \text{ mol} = \frac{\text{gram asam oksalat}}{126 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Gram asam oksalat} = 0,01 \text{ mol} \times 126 \text{ g/mol}$$

$$\text{Gram asam oksalat} = 1,26 \text{ gram}$$

### Penentuan Normalitas Oksalat

$$N \text{ asam oksalat} = \text{grek ekivalen} \times M \text{ asam oksalat}$$

$$N \text{ asam oksalat} = 2 \times 0,1 \text{ M}$$

$$N \text{ asam oksalat} = 0,2 \text{ N}$$

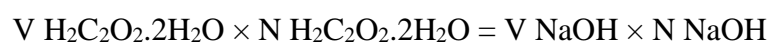
### B. Larutan Standar NaOH

Untuk membuat 0,1 N NaOH (Mr=40) sebanyak 1 L dibutuhkan:

$$1 \text{ mol NaOH} = 0,1 \text{ N} \times 1 = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Berat NaOH} = 0,1 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 4 \text{ gram}$$

Standarsasi larutan NaOH dengan asam Oksalat:



dengan :

$$\begin{array}{l|l} V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{rata-rata}} & \text{sehingga } 5 \text{ mL} \times 0,2 \text{ N} = 10 \text{ mL} \\ \text{titrasi} & \times \text{N NaOH} \\ V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{(5+5)\text{mL}}{2} = 5 & \text{N NaOH} = \frac{5 \text{ mL} \times 0,2 \text{ N}}{10 \text{ mL}} = 0,1 \text{ N} \\ \text{mL} & \end{array}$$

### C. Larutan Standar HCl

Larutan HCl dengan normalitas HCl 12,063 N (kadar 90% dan  $\rho$  sebesar 1,4 g/mL), dibuat menjadi HCl 0,5 N dengan volume sebanyak 250 mL.

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$V_1 \times 12,06 = 0,5 \text{ N} \times 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10,36 \text{ mL}$$

### D. Larutan Standar KOH

Larutan KOH ( $M_r = 56,1$ ) 0,1 N sebanyak 1 L dibuat dengan:

$$\text{Mol KOH} = 0,1 \times 1 = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Berat KOH} = 0,1 \text{ mol} \times 56,1 \text{ g/mol} = 5,61 \text{ gram}$$

### E. Larutan Hanus

Larutan hanus dibuat sebanyak 200 mL dengan pereaksi iodium bromida dalam larutan asam asetat glasial. Iodium sebanyak 2,64 gram dilarutkan dalam 200 mL asam asetat glasial ditambahkan 0,6 mL bromin.

### F. Larutan standar Natrium Tiosulfat

Larutan standar natrium tiosulfat 0,1 N ( $M_r = 71,06$ ) dibuat sebanyak 1 L dengan:

$$\begin{array}{l|l} \text{N natrium tiosulfat} = n \text{ M} & 0,05 \text{ M} = n/v \\ 0,1 \text{ N} = 2 \times \text{M} & 0,05 \text{ mol}/1000 \text{ mL} = \text{gram}/M_r \\ \text{M} = 0,05 \text{ M} & \text{Gram} = 0,05 \times 71,06 = 3,553 \text{ gram.} \end{array}$$

Lampiran 3.

**Perhitungan Minyak Kadar Asam Lemak Bebas (% FFA)**

$$\%FFA = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM asam lemak}}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100\%$$

**A. Kadar asam lemak bebas minyak sebelum *Degumming***

$$\%FFA = \frac{7,45 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 9,4\%$$

**B. Kadar asam lemak bebas minyak setelah *degumming***

$$\%FFA = \frac{7,25 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 9,2\%$$

**C. Kadar asam lemak bebas setelah pemucatan**

$$\%FFA = \frac{6,7 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 8,6\%$$

**D. Kadar asam lemak bebas setelah proses esterifikasi**

**1. 3%, 6%, 8%, CPO:DEE 1: 0**

$$\%FFA = \frac{1,45 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 1,87\%$$

**2. 3%, 6%, 8%, CPO:DEE 1: 0,5**

$$\%FFA = \frac{1,25 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 1,6\%$$

**3. 8%, CPO:DEE 1: 1**

$$\%FFA = \frac{0,95 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times \frac{256 \text{ gram}}{\text{mol}}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 1,216\%$$

**4. 8%, CPO:DEE 1:1,5**

$$\%FFA = \frac{1,05 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 1,344\%$$

**E. Kadar asam lemak bebas Biodisel**

**1. 3%, 6%, 8%, CPO:DEE 1: 0**

$$\%FFA = \frac{0,75 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,96\%$$

$$\%FFA = \frac{0,6 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,768\%$$

$$\%FFA = \frac{0,55 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,704\%$$

**2. 3%, 6%, 8%, CPO:DEE 1: 0,5**

$$\%FFA = \frac{0,45 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,576\%$$

$$\%FFA = \frac{0,35 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,448\%$$

$$\%FFA = \frac{0,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,38\%$$

**3. 6%, CPO:DEE 1: 1**

$$\%FFA = \frac{0,25 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,32\%$$

**4. 6%, CPO:DEE 1:1,5**

$$\%FFA = \frac{0,21 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,269\%$$

**5. 8%, CPO:DEE 1: 1**

$$\%FFA = \frac{0,15 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,192\%$$

**6. 8%, CPO:DEE 1:1,5**

$$\%FFA = \frac{0,2 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram} \times 1000} \times 100\% = 0,256\%$$



Lampiran 4.

**Perhitungan Rendemen Biodisel**

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Metil ester}}{\text{massa minyak}} \times 100\%$$

3%, CPO:DEE 1: 0

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{2,5378}{10,044} \times 100\% \\ &= 25,37\% \end{aligned}$$

6%, CPO:DEE 1: 0

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{4,9852}{10,044} \times 100\% \\ &= 39,67\% \end{aligned}$$

8%, CPO:DEE 1: 0

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{4,2518}{10,044} \times 100\% \\ &= 42,33\% \end{aligned}$$

3%, CPO:DEE 1: 0,5

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{4,2787}{10,044} \times 100\% \\ &= 47,355\% \end{aligned}$$

6%, CPO:DEE 1: 0,5

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{5,2249}{10,044} \times 100\% \\ &= 58,18\% \end{aligned}$$

8%, CPO:DEE 1: 0,5

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{6,0344}{10,044} \times 100\% \\ &= 59,813\% \end{aligned}$$

6%, CPO:DEE 1: 1

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{6,4276}{10,044} \times 100\% = 64\% \end{aligned}$$

6%, CPO:DEE 1: 1,5

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{5,4822}{10,044} \times 100\% \\ &= 54,58\% \end{aligned}$$

8%, CPO:DEE 1: 1

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{5,4254}{8} \times 100\% \\ &= 67,82\% \end{aligned}$$

8%, CPO:DEE 1: 1,5

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{5,5236}{8} \times 100\% \\ &= 69,045\% \end{aligned}$$

Lampiran 5.

## Perhitungan Sifat fisik Biodisel

### A. Perhitungan Densitas

$$\text{densitas} = \frac{G - G_0}{V_t} + 0,0012$$

$$\text{densitas} = \frac{(24,6886 - 16,447)\text{gram}}{10 \text{ mL}} + 0,0012 = 0,825$$

### B. Perhitungan angka asam

$$\text{angka asam} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times \text{MR NaOH}}{\text{massa sampel}}$$

$$\text{angka asam} = \frac{0,4 \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{2 \text{ gram}} = 0,8 \text{ mgNaOH/gram sampel}$$

### C. Perhitungan kadar air

$$\text{kadar air} = \frac{a - b}{a - c} \times 100\%$$

$$\text{kadar air} = \frac{18,3441 - 18,3142}{18,3441 - 13,3441} \times 100\% = 0,59\%$$

### D. Angka Penyabunan

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(B - S) \times N_{\text{KOH}} \times \text{BM KOH}}{\text{Massa}}$$

$$\begin{aligned} \text{Angka Penyabunan} &= \frac{(37,4 - 29,51) \times 0,5 \text{ N} \times 56,1 \text{ gram/mol}}{1,5043 \text{ gram}} \\ &= 147,3007 \text{ g} \frac{\text{KOH}}{\text{g}} \text{ sampel} \end{aligned}$$

**E. Bilangan Iod**

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(B - S) \times N \text{ Natrium Tiosulfat} \times \text{BA I}}{\text{massa}} \times 100/1000$$

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(42,4 - 3,4) \times 0,5 \text{ N} \times 126,9 \text{ gram/mol}}{1,5043 \text{ gram}}$$

$$= 28,52 \text{ gI}_2/\text{gsampel}$$

**F. Angka Setana**

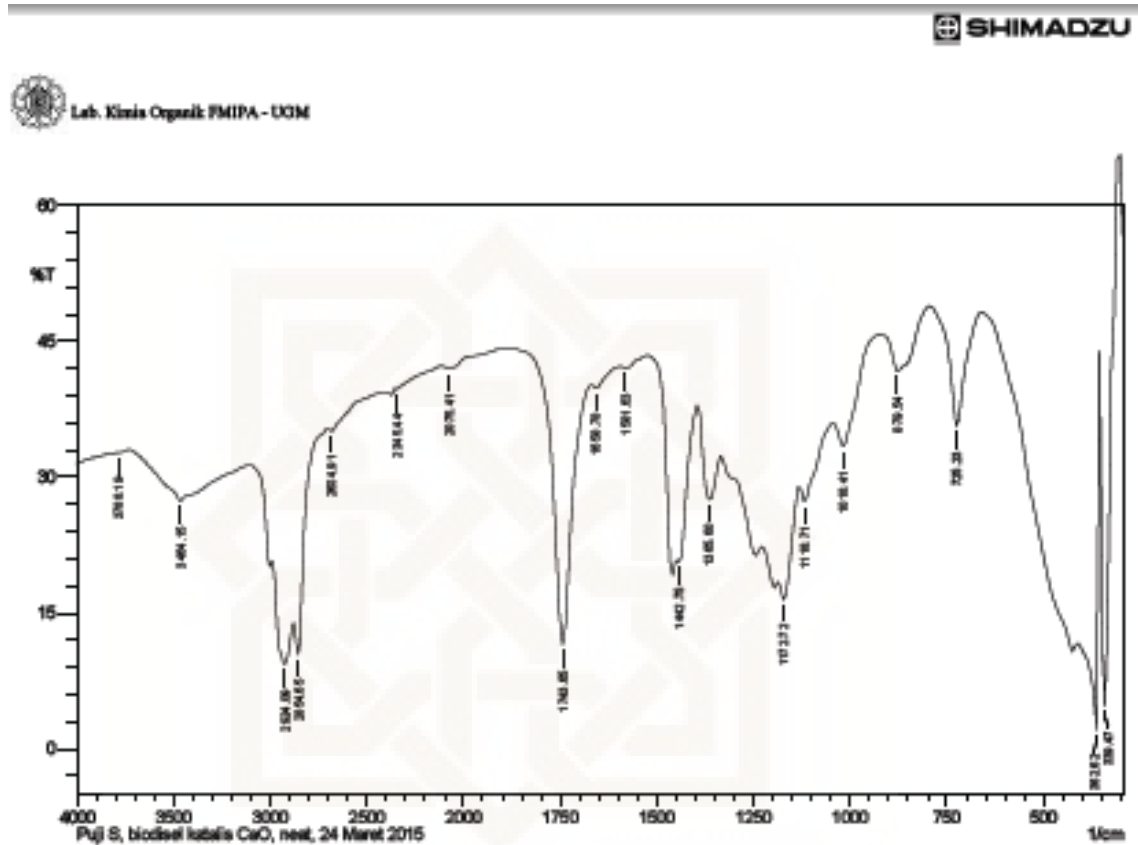
$$\text{Angka Setana} = 46,3 + (5458/\text{SN}) - (0,255 \times \text{IV})$$

$$\text{Angka setana} = 46,3 + (5458/147,31) - (0,255 \times 28,52)$$

$$= 76.03$$

## Lampiran 6.

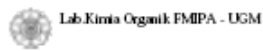
## Spektra Inframerah Senyawa Metil Ester dari Minyak Limbah Cair PKS



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	339.47	4.753	48.227	354.9	308.61	30.336	18.409
2	382.62	2.041	37.271	408.91	354.9	55.901	23.358
3	725.23	35.642	12.837	786.96	683.51	44.502	5.667
4	879.54	41.877	5.019	918.12	794.87	43.132	3.078
5	1018.41	33.373	4.533	1041.56	925.83	46.609	2.077
6	1118.71	27.265	2.068	1128.43	1049.28	38.534	0.874
7	1172.72	16.489	3.278	1180.44	1134.14	30.976	2.024
8	1365.8	27.543	7.496	1388.75	1334.74	28.334	3.239
9	1442.75	20.875	2.535	1450.47	1396.48	29.067	0.883
10	1581.83	41.965	0.331	1589.34	1527.82	22.805	0.101
11	1658.78	39.81	0.597	1666.5	1597.06	28.779	0.146
12	1743.85	11.497	30.052	1859.38	1674.21	92.61	22.747
13	2075.41	41.966	0.604	2113.98	1890.24	82.038	0.562
14	2345.44	39.847	0.252	2363.16	2121.7	89.398	0.063
15	2884.91	35.098	0.485	2700.34	2414.88	120.901	0.198
16	2854.85	10.415	8.369	2877.79	2708.06	100.616	4.088
17	2924.09	9.332	8.95	2985.81	2885.51	93.81	15.233
18	3484.15	27.373	4.914	3728.47	3109.25	324.158	19.835
19	3788.19	32.652	0.108	3795.91	3734.19	29.888	0.065

## Lampiran 7.

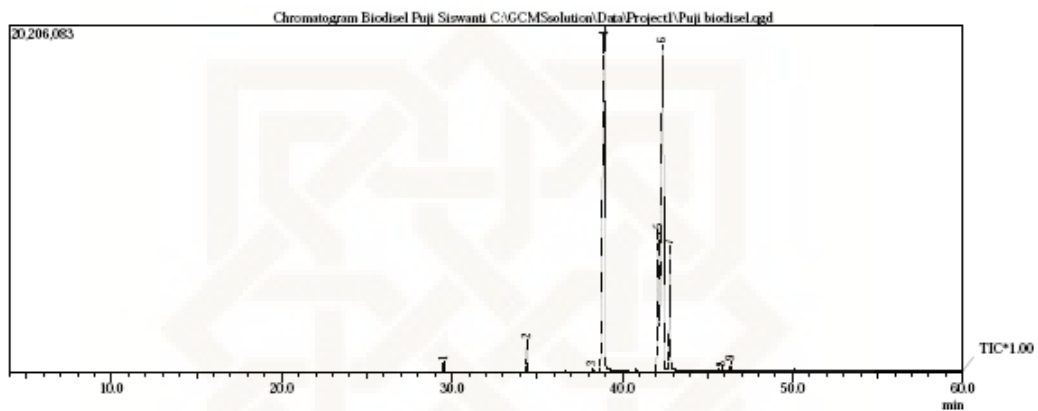
## Kromatogram GC Metil Ester dari Minyak Limbah Cair PMKS



Lab Kimia Organik FMIPA - UGM

## Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Sample Name : Biodisel Puji Siswanti  
 Sample ID : 4.15.35.1  
 Data File : C:\GCMSolution\Data\Project\Puji biodisel.qgd  
 Method File : C:\GCMSolution\Data\Project\biodisel.gcm  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune\Januari 5 2015.qgt



Peak Report TIC							
Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Name
1	29.529	29.442	29.625	2539018	0.52	664038	
2	34.392	34.292	34.508	7532640	1.53	1941246	
3	38.278	38.200	38.375	810418	0.17	198370	
4	38.937	38.658	39.267	206634007	42.08	19512113	
5	42.112	41.933	42.200	62735811	12.78	8181355	
6	42.399	42.200	42.533	178105567	36.27	18789536	
7	42.807	42.667	42.917	29642268	6.04	7187803	
8	45.881	45.800	45.958	740800	0.15	184400	
9	46.372	46.267	46.458	2274962	0.46	565192	
				491015491	100.00	57224053	

## Lampiran 8.

**Persyaratan Kualitas Biodisel Menurut SNI-04-782-2006**

<b>Parameter dan satuannya</b>	<b>Batas Nilai</b>	<b>Metode Uji</b>	<b>Metode Setara</b>
Massa jenis pada 40 <sup>0</sup> C, kg/m <sup>3</sup>	850 – 890	ASTM D 1298	ISO 3675
Viskositas kinematik pada 40 <sup>0</sup> C, mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0	ASTM D 445	ISO 3104
Angka setana	min. 51	ASTM D 613	ISO 5165
Titik nyala, <sup>0</sup> C	min. 100	ASTM D 93	ISO 2710
Titik kabut, <sup>0</sup> C	maks. 18	ASTM D 2500	-
Korosi bilah tembaga (3jam, 50 <sup>0</sup> C)	maks. no. 3	ASTM D 130	ISO 2160
Residu karbon, % berat - alam contoh asli - alam 10% ampas distilasi	maks. 0,05 maks. 0,03	ASTM D 4530	ISO 10370
Air dan sedimen, %-vol	maks. 0,05	ASTM D 2709	-
Temperatur distilasi 90%, <sup>0</sup> C	maks. 360	ASTM D 1160	-
Abu tersulfatkan, %-berat	maks. 0,02	ASTM D 874	ISO 3987
Belerang, ppm-b (mg/kg)	maks. 100	ASTM D 5453	ISO 20884
Fosfor, ppm-b (mg/kg)	maks. 10	AOCS Ca 12-55	FBI-A05-03
Angka asam, mg-KOH/g	maks. 0,8	AOCS Cd 3-63	FBI-A01-03
Gliserol bebas, %-berat	maks. 0,02	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Gliserol total, %-berat	maks. 0,24	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Kadar ester alkil, %-berat	min. 96,5	dihitung *)	FBI-A03-03
Bilangan iodium, g-I/(100 g)	maks. 115	AOCS Cd 1-25	FBI-A04-03
Uji Halphen	Negatif	AOCS Cb 1-25	FBI-A06-03

\*) berdasarkan angka penyabunan, angka asam, serta kadar gliserol total dan gliserol bebas, rumus perhitungan dicantumkan dalam FBI-A03-03.

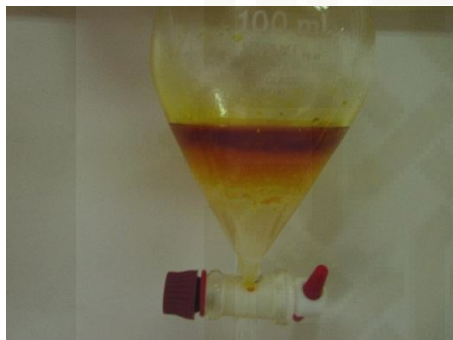
Lampiran 9.  
Dokumentasi



Gambar 1. Alat Refluks



Gambar 2. Pencucian after Degumming



Gambar 3. Pencucian Biodisel



Gambar 4. Before and after Bleaching



Gambar 5. Hasil sentrifuge



Gambar 6. Alat pembuat biodisel Rudolf



Gambar 7. Pengandapan 12 jam



Gambar 8. Hasil Biodisel





Gambar 9. Penyaringan minyak



Gambar 10. Pemanasan Minyak



Gambar 11. Penyaringan Vakum



Gambar 12. Sampel limbah cair



Gambar 13. Kolam *Sludge fit*



Gambar 14. Proses Sampling



Lampiran 10.

**Karakterisasi Limbah Cair Kelapa Sawit PT Condong Garut**

<b>Sifat Kimia</b>	<b>Konsentrasi</b>
<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	25.220 mg/L
<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	2.155 mg/L
<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	18.868 mg/L
pH	6
Suhu (saat Sampling)	70° C
Minyak & Lemak	2.103 mg/L

\*Pengujian dilakukan di laboratorium pengujian dan kalibrasi Balai Besar Kulit dan Plastik dengan akreditasi nasional LP-022-IDN.

\*sampel sebelum pengujian dari 15 L sampel limbah cair telah dipisahkan minyaknya terlebih dahulu menjadi sebanyak 2 L minyak.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Puji Siswanti  
Tempat, tgl lahir : Sempurna, 23 September 1993  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat Asal : Jl. Pertabatan 2. Rt/Rw 003/001  
Email : [Pujisiswanti23@gmail.com](mailto:Pujisiswanti23@gmail.com)  
Pendidikan terakhir : MAN Purwokerto 2 (Program IPA)  
Riwayat Pendidikan :  
SD : SDN 64, Subah, Sambas, Kalimantan Barat (2005)  
SMP : MTs Al-Muhajirin Sapak Hulu, Subah, Sambas, Kalimantan Barat (2008)  
SMA : MAN Purwokerto 2, Banyumas (2011)  
Pengalaman Organisasi : Anggota BEM Prodi Kimia periode 2012/2013  
Anggota HIMA Prodi Kimia Periode 2013-2014  
Anggota Komunitas Untuk Jogja  
Pendidikan dan latihan yang Pernah Diikuti:  
Praktek Kerja Lapangan tahun 2014 di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung.  
Pelatihan Bahasa Inggris pada tahun 2014 Di Cilacs