

**OPTIMASI TEMPERATUR REAKSI PADA SINTESIS METIL ESTER  
MENGGUNAKAN BAHAN DASAR MINYAK BIJI KETAPANG**

*(Terminalia catappa L.)*

**SKRIPSI**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan**

**Mencapai derajat S-1**

**Program Studi Kimia**



**diajukan oleh:**

**Yuni Faryanti**

**07630020**

**Kepada:**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2012**



**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 wr. wb.*

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

Nama : Yuni Faryanti  
NIM : 07630020  
Judul Skripsi : Optimasi Temperatur Reaksi pada Sintesis Metil Ester  
Menggunakan Bahan Dasar Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi 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 mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

Yogyakarta, 22 Februari 2012  
Pembimbing,

**Maya Rahmayanti, M. Si**  
NIP. 19810627 200604 2 003



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UIN SK-BM-05-03/R0

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 wr. wb.*

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

Nama : Yuni Faryanti

NIM : 07630020

Judul Skripsi : Optimasi Temperatur Reaksi pada Sintesis Metil Ester  
Menggunakan Bahan Dasar Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*)

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

Yogyakarta, 14 Maret 2012

Konsultan,

Esti W. Widowati, M.Si.,M. Biotech

NIP. 19760830 200312 2 001



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UIN SK-BM-05-03/R0

**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 wr. wb.*

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

Nama : Yuni Faryanti  
NIM : 07630020  
Judul Skripsi : Optimasi Temperatur Reaksi pada Sintesis Metil Ester  
Menggunakan Bahan Dasar Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*)

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

Yogyakarta, 14 Maret 2012  
Konsultan,

Pedy Artsanti, M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuni Faryanti  
NIM : 07630020  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul:

**Optimasi Temperatur Reaksi Pada Sintesis Metil Ester Menggunakan Bahan Dasar Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*)**

merupakan hasil penelitian saya sendiri dan bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian 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 penulis.

Yogyakarta, 22 Februari 2011

Penulis,



Yuni Faryanti  
NIM. 07630020



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.C1.1/716/2012

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul

: Optimasi Temperatur Reaksi pada Sintesis Metil Ester Menggunakan Bahan Dasar Minyak Biji Kerapang (*Terminalia catappa L.*)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

: Yunii Faryanti

Nama

: 07630020

NIM

: 8 Maret 2012

Telah dimunaqasyahkan pada

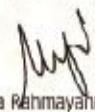
: A -

Nilai Munaqasyah

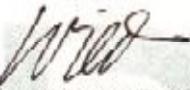
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sideng

  
Maya Rahmayanti, M.Si  
NIP. 19810627 200304 2 003

Pengaji I

  
Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.BioTech  
NIP. 19760830 200312 2 001

Pengaji II

  
Pedy Artsanti, M.Sc

Yogyakarta, 13 Maret 2012

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan

  
Prof. Drs. H. Ath. Minhal, M.A, Ph.D  
NIP. 19580919 198603 1 002

## **MOTTO**

Berjuang Tanpa Berdo'a Itu Sombong, Berdo'a Tanpa Berusaha Itu Mustahil.

(Anonim)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*SKRIPSIINI PENULIS PERSEMBAHKAN UNTUK*

*BAPAK DAN IBU TERCINTA*

*ADIK-ADIKKU*

*Almh. BUDHE*

*ALMAMATER TERCINTA*

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillahirobbil’alamiin, puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmat, taufiq, hidayah dan nikmat sehat yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi ini. Sholawat serta salam selalu tercurah kepada nabi agung Muhammad SAW, semoga kelak diberi syafa’atnya di hari akhir. *Amin.*

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan kontribusi bantuan, dukungan, bimbingan dan kritik yang membangun. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, MA, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech. selaku Ketua Prodi Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Maya Rahmayanti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing akademik dan Pembimbing skripsi yang dengan ikhlas dan sabar meluangkan waktunya dalam membantu, membimbing, mengarahkan, dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi.
4. Wijayanto, S.Si., Indra Nafiyanto, S.Si., dan Isni Gustanti, S.Si. selaku laboran Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu sabar dalam mengarahkan dan berbagi ilmu selama melakukan penelitian.

5. Didik Krisdiyanto, M.Si., terimakasih untuk sharingnya selama ini.
6. Bapak dan ibuku tercinta, Bapak Mugiyanto dan Ibu Maniyah, yang selama ini mendidikku, memberikan kasih sayang, do'a, motivasi dan selalu memberi dukungan baik moril maupun materiil dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Adik-adikku tercinta, Rismawati Qodriyah dan M. Adi Triansyah.
8. Nun Nani Rachmah Riany Putri selaku partner mulai awal pengajuan judul hingga akhir perjuangan.
9. Keluarga besar PPS. CEPEDI karena berkat kalian semua, penulis bisa berproses dan menjadi seperti sekarang ini.
10. Asrama ABG (Yani, Mbak Ulfie, Lina, Ima, Dewi, Iis, Devi, dan Iza), Mbak Iis, Mas Pekik, dan keluarga besar burjo Pangjujungan (Goni, Mas Wahir dan Mas Uz) terimakasih atas motivasi dan dukungannya selama ini.
11. Moch. Rusydi S.Si., Dika Rabaina S. Si., Andika F. S. S.Si., Mas Irvan, Mas Nanang, yang selalu mau memberi masukkan dan mau berdiskusi selama ini.
12. Sahabat-sahabatku Umrotun Nisa', Charistalina S.Si., Ryra (Sri Rahayu), Ach. Kholis, Ratna Dewi, S.Si., Ririn Restu A. S.Si., Qiqi, Arini F. A. S.Si., Siti Indriana S.Si., Dimaz, Dani, Fatma, yang selalu memberi dukungan kepada penulis.
13. Seluruh teman-teman Program Studi Kimia angkatan 2007 yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu.

14. Serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga amal baik dan segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis, mendapatkan balasan dari Allah SWT. Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, karena kekurangan dan keterbatasan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan tersebut. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun dan pembaca semua.

Yogyakarta, 15 Februari 2012

Penulis

Yuni Faryanti

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	ii
<b>HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN.....</b>	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	vi
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	vii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	viii
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	ix
<b>DAFTAR ISI .....</b>	xii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xv
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xvii
<b>ABSTRAK.....</b>	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	5
B. Landasan Teori.....	6
1. Ketapang.....	6
2. Ekstraksi.....	7
a. Maserasi.....	8
b. Sokhletasi.....	9
c. Perkolasi .....	10
3. Asam Lemak.....	10
a. Asam Lemak Jenuh .....	10

b. Asam Lemak Tak Jenuh .....	11
4. Asam Lemak Bebas .....	12
5. Trigliserida .....	12
6. Metil Ester .....	13
7. Esterifikasi.....	14
8. Transesterifikasi.....	17
9. Spektroskopi IR .....	19
a. Vibrasi Molekul .....	20
b. Instrumentasi IR.....	21
10. Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa .....	22

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
B. Alat dan Bahan.....	26
1. Alat.....	26
2. Bahan .....	26
C. Prosedur Penelitian.....	26
1. Preparasi Sampel.....	26
2. Ekstraksi Minyak .....	27
3. Proses Esterifikasi.....	27
a. Variasi Temperatur pada Reaksi Esterifikasi .....	27
b. Standarisasi Larutan NaOH 0,1 N.....	28
c. Analisis % FFA (Asam Lemak Bebas) Menjadi Metil Ester ....	28
4. Proses Transesterifikasi.....	29
a. Variasi Temperatur pada Reaksi Transesterifikasi .....	29
b. Pemisahan Gliserol.....	29

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Ekstraksi Biji Ketapang .....	31
B. Pengaruh Temperatur Terhadap Perubahan Asam Lemak Bebas/ <i>Free Fatty Acid (FFA)</i> pada Proses Esterifikasi .....	33
C. Pengaruh Temperatur Terhadap Kadar Metil Ester pada	

Proses Transterifikasi.....	38
D. Karakterisasi Metil Ester Menggunakan IR dan GC-MS .....	41
a. Hasil Analisis FT-IR.....	41
b. Hasil Analisis GC-MS Metil Ester .....	44
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	48
B. Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	49
<b>LAMPIRAN .....</b>	53

## **DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Asam-Asam Lemak Jenuh yang Lazim Terdapat di Alam.....	11
Tabel 2.2 Asam-Asam Tak Jenuh yang Lazim Terdapat di Alam .....	11
Tabel 4.3 Perubahan Kadar Asam Lemak Bebas dengan Variasi Temperatur Selama 120 Menit Pada Reaksi Esterifikasi.....	37
Tabel 4.4 Rendemen Metil Ester dengan Variasi Temperatur .....	42
Tabel 4.5 Pola Serapan Gugus Fungsi Pada Spektra Tanpa Pencucian.....	43
Tabel 4.6 Pola Serapan Gugus Fungsi Pada Spektra dengan Pencucian .....	43
Tabel 4.6 Analisis Kromatografi GC-MS Metil Ester.....	44

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Struktur Molekul Asam Lemak Bebas .....	12
Gambar 2.2 Struktur Molekul Monosakarida, Disakarida dan Trisakrida.....	13
Gambar 2.3 Reaksi Esterifikasi dari Asam Lemak Menjadi Metil Ester.....	15
Gambar 2.4 Reaksi Transesterifikasi dari Trigliserida Menjadi Ester Metil Asam-Asam Lemak .....	17
Gambar 2.5 Daerah Spektrum IR yang Menunjukkan Vibrasi IR .....	20
Gambar 2.6 Dispersi Cahaya IR .....	21
Gambar 4.7 Reaksi Esterifikasi dari Asam Lemak Menjadi Metil Ester Asam Lemak .....	33
Gambar 4.8 Mekanisme Reaksi Esterifikasi Asam Lemak Menjadi Metil Ester .....	34
Gambar 4.9 Reaksi Pembentukan Sabun .....	36
Gambar 4.10 Reaksi Transesterifikasi .....	38
Gambar 4.11 Mekanisme Reaksi Transesterifikasi .....	39
Gambar 4.12 Hasil Spektrogram IR Tanpa Pencucian .....	42
Gambar 4.13 Hasil Spektrogram IR dengan Pencucian.....	42

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1 Perhitungan .....	52
Lampiran 2 Karakterisasi IR dan GC-MS.....	58
Lampiran 3 Dokumentasi .....	64

## **ABSTRAK**

### **Optimasi Temperatur Reaksi Pada Sintesis Metil Ester Menggunakan Bahan Dasar Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*)**

**Oleh:**  
**Yuni Faryanti**  
**07630020**

**Pembimbing**  
**Maya Rahmayanti, M.Si**  
**198106272006042003**

---

Telah dilakukan sintesis metil ester dengan bahan dasar minyak biji ketapang (*Terminalia catappa L.*) yang diekstrak menggunakan metode sokhletasi. Tujuan dari sintesis metil ester ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur pada reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi.

Tahap esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan biji ketapang dan metanol ditambah katalis  $H_2SO_4$  1%. Reaksi esterifikasi dilakukan selama 60 menit dengan temperatur divariasi pada 30, 40, 50, dan 60°C. Tahap transesterifikasi dimulai dengan mereaksikan fase organik hasil reaksi esterifikasi. Fase organik dan metanol direaksikan selama 120 menit, ditambah katalis NaOH 1,5 % dari berat total reaktan dengan variasi temperatur pada 40, 50, 60, dan 70°C.

Hasil penelitian menunjukkan temperatur optimum pada reaksi esterifikasi yaitu 60°C dengan kandungan asam lemak bebas terendah sebanyak 1,074% dan temperatur optimum pada reaksi transesterifikasi yaitu 70°C dengan rendemen metil ester tertinggi sebesar 21,34%. Analisis GC-MS menunjukkan komponen metil ester asam lemak dalam biji ketapang adalah metil palmitat (4,630%), metil laurat (2,507%), metil oleat (3,060%), metil linoleat (1,703%), dan metil stearat (0,521%).

---

**Kata Kunci :** Minyak biji ketapang (*Terminalia catappa L.*), metil ester, temperatur, esterifikasi, transesterifikasi, GC-MS, Sokhletasi.

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Dewasa ini permasalahan energi di Indonesia menjadi hal mendesak untuk segera diatasi. Kebutuhan energi yang terus meningkat tidak sebanding dengan energi yang tersedia. Keberadaan minyak bumi sebagai sumber utama energi kini semakin langka karena termasuk bahan bakar yang tidak dapat diperbarui. Penggunaan bahan bakar dari minyak bumi sebagai sumber energi juga menuai kontroversi, karena konsumsi minyak bumi yang terus menerus dapat meningkatkan kadar CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, dan NO<sub>x</sub> di udara. Hal tersebut berakibat pada timbulnya hujan asam, efek rumah kaca, dan perubahan iklim global.

Krisis energi dari minyak bumi akhirnya memicu pencarian dan pengembangan sumber bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui. Bahan bakar alternatif yang dinilai layak sebagai pengganti minyak bumi yaitu bahan bakar yang berasal dari minyak nabati dan lemak hewani karena sifatnya sebagai sumber bahan bakar yang dapat diperbarui, yang dikenal dengan metil ester (Hambali, *et. al.*, 2007).

Minyak nabati merupakan minyak yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Bagian tumbuh-tumbuhan yang biasa dimanfaatkan untuk diambil minyaknya adalah biji. Pemanfaatan biji selama ini hanya sebatas untuk dikonsumsi langsung atau diolah menjadi makanan ringan, masih jarang sekali diekstrak kandungan minyaknya (Harborne, 1987). Biji-bijian yang pada umumnya digunakan antara lain biji wijen, biji sawit, biji kapas, biji kedelai, dan biji jarak. Selain jenis biji-bijian tersebut, terdapat pula biji ketapang yang dapat diekstrak minyaknya.

Arjulis dan Ratnasih (2007) menyatakan bahwa minyak biji ketapang mempunyai potensi yang besar sebagai bahan penyusun metil ester karena kandungan minyak yang dihasilkan cukup tinggi. Akan tetapi, minyak biji ketapang yang dihasilkan dari penelitian ini masih mempunyai kandungan angka asam yang melebihi standar baku mutu SNI-04-7182-2006 untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan metil ester. Minyak biji ketapang yang mempunyai angka asam tinggi bukan berarti bahwa minyak tersebut tidak dapat dimanfaatkan dalam proses sintesis metil ester. Proses sintesis dapat dilakukan dengan tahap esterifikasi terlebih dahulu untuk menurunkan kandungan asam lemak bebas dalam minyak yang dilanjutkan dengan tahap transesterifikasi (Sudradjat *et. al.*, 2010).

Angka asam yang tinggi menunjukkan bahwa kualitas dari minyak tersebut buruk, karena pada saat sintesis hanya dilakukan tahap reaksi transesterifikasi, maka ketika reaksi berlangsung asam lemak bebas akan bereaksi dengan katalis basa yang digunakan sehingga dapat membentuk sabun dan menghambat proses pemisahan metil ester dan gliserol sebagai produk samping reaksi (Hikmah dan Zuliana, 2010).

Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dapat berlangsung dengan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : kandungan air dan asam lemak bebas, rasio molar alkohol dengan bahan mentah, temperatur reaksi, jumlah dan jenis katalis serta waktu proses reaksi, kandungan gliserol, dan jenis alkohol (Hikmah dan Zuliana, 2010).

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan melibatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jalannya reaksi. Salah satu faktor tersebut adalah temperatur reaksi. Optimasi temperatur reaksi dilakukan pada tahap esterifikasi dan transesterifikasi yang bertujuan untuk menghasilkan metil ester dalam jumlah maksimum.

### **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana cara ekstraksi biji ketapang untuk menghasilkan minyak biji ketapang ?
2. Bagaimana pengaruh temperatur reaksi terhadap penurunan kadar asam lemak bebas pada reaksi esterifikasi dan terhadap rendemen metil ester yang dihasilkan pada tahap transesterifikasi ?
3. Berapakah temperatur optimum reaksi esterifikasi dan transesterifikasi ?
4. Bagaimana profil komponen metil ester yang terbentuk berdasarkan analisis menggunakan FT-IR dan GC-MS ?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Melakukan ekstraksi minyak biji ketapang menggunakan metode sokhletasi dengan pelarut *n*-heksana.
2. Mengetahui pengaruh temperatur reaksi terhadap penurunan kadar asam lemak bebas pada reaksi esterifikasi dan terhadap rendemen metil ester yang dihasilkan pada tahap transesterifikasi.
3. Mengetahui temperatur optimum reaksi esterifikasi dan transesterifikasi.
4. Mengetahui komponen senyawa pembentuk metil ester yang dihasilkan berdasarkan analisis menggunakan FT-IR dan GC-MS.

## D. Manfaat Penelitian

### 1. Bagi Mahasiswa

Dapat menjadi dorongan untuk melakukan pengembangan sintesis metil ester dari minyak biji ketapang (*Terminalia catappa L.*) dan metanol.

### 2. Bagi Lembaga

Dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan biji ketapang yang dapat digunakan sebagai bahan baku sintesis metil ester.

### 3. Bagi Masyarakat

Dapat meningkatkan nilai guna dari biji ketapang yang sampai sekarang belum ada pemanfaatan secara maksimal dan memberikan sumbangsih terhadap sumber energi alternatif yang dapat diperbarui serta ramah lingkungan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekstraksi biji ketapang dilakukan menggunakan metode sokhletasi dengan pelarut yang digunakan *n*-heksana. Kadar minyak yang diperoleh dari 500 gram biji ketapang sebesar 60,13%.
2. Temperatur reaksi berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas pada reaksi esterifikasi dan rendemen metil ester yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi.
3. Temperatur reaksi optimum yang diperoleh pada reaksi esterifikasi adalah 60°C dengan %FFA sebesar 1,07% dan pada reaksi transesterifikasi sebesar 70°C dengan rendemen metil ester yang diperoleh 21,34%.
4. Spektra FT-IR menunjukkan adanya senyawa metil ester. Pada kromatogram GC-MS menunjukkan ada lima komponen asam lemak bebas penyusun metil ester, yaitu: asam laurat, asam palmitat, asam oleat, asam linoleat, dan asam stearat.

## B. Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu :

1. Perlu dilakukan lagi sintesis metil ester dengan memperhatikan pemisahan antara metil ester dan gliserol sehingga didapat metil ester yang murni.
2. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui apakah biodiesel yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar mutu biodiesel, diantaranya dengan uji nilai kalor, angka setana, angka asam, kandungan gliserol bebas dan gliserol total, dan bilangan saponifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arjulis, H., dan Ratnasih, R., 2007, "Analisis Kandungan Minyak Biji *Terminalia catappa* L. di Tiga Lokasi dan Potensinya sebagai Bahan Baku Biodiesel", Laporan Penelitian, Program Studi Biologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB.
- Chang, Raymond, 2004, *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ke tiga*. Jilid 2, (alih bahasa oleh : Achmadi, S.S.), Jakarta : Erlangga.
- Dharsono, Wulandari dan Oktari, Y. Saptiana, 2010, *Proses Pembuatan Biodiesel dari Dedak dan Metanol Dengan Esterifikasi In Situ*, Skripsi, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Day, R. A., dan Underwood, A. L., 1999, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Jakarta: Erlangga.
- Denniston, K.J., Topping, J.J., Caret, R.L., 2007, *General, Organik, and Biochemistry, Fifth Edition*, New York, Amerika : McGraw-Hill.
- Depkes RI., 1986, *Sediaan Galenik*, Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Destianna, M., Zandy, A., Nazef, dan Puspasari, S., 2007, "Intensifikasi Proses Produksi Biodiesel". Karya Ilmiah, Bandung : ITB dan PT. Rekayasa Industri.
- G. Tjitrosoepomo, 1998, *Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta*, Cetakan Kedua, Yogyakarta: UGM-Press.
- Fajriati, Imelda, Muzakkky, Rizkiyah Malawati, 2010, "Studi Ekstraksi Menggunakan Pelarut HF dan HNO<sub>3</sub> pada Penentuan Logam Cr, dan Cu dalam Sampel Sedimen Sungai di Sekitar Calon PLTN Muria", Seminar Nasional IV STTN-Batan, Fakulas Saintek, UIN sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Fessenden, R. J., dan Fessenden, J. S., 1999, *Kimia Organik*, Jilid I dan Jilid II, (diterjemahkan oleh : Pudjatmaka, A.J.), Jakarta : Erlangga.
- [http://www.analyticalspectroscopy.net/ap3\\_html\\_33b381cf.png](http://www.analyticalspectroscopy.net/ap3_html_33b381cf.png), diakses pada tanggal 15 Februari 2012.
- [http://www.toa.eu/user/images/cat/image\\_wireless\\_01d.jpg](http://www.toa.eu/user/images/cat/image_wireless_01d.jpg), diakses pada tanggal 15 Februarui 2012.
- [http://www.websters-onlinedictionary.com/definitionsTERMINALIA\\_CATAPPA](http://www.websters-onlinedictionary.com/definitionsTERMINALIA_CATAPPA) di akses tanggal 8 Maret 2012 pukul 23.19 WIB.

- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W., dan Hendroko, R., 2008, *Menimba Ilmu dari Pakar Teknologi Bioenergi*, Cetakan ketiga, Agro Media Pustaka: Jakarta.
- Handayani, M. P., dan Wahyuono, S., 2008, “Analisis Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*) Sebagai Suatu Alternatif Sumber Minyak Nabati”, Majalah Obat Tradisional Vol. 13 No. 45 Fakultas Farmasi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia*. Terjemahan Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Penerbit ITB: Bandung.
- Hendayana, S., 2006, *Kimia Pemisahan Metode Kromatografi dan Elektroforesis Modern*, Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Hikmah, M. N., dan Zulyiana, 2010, “Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi”, Skripsi, Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.
- Keenan, C.W., Kleinfelter, D.C., Wood, J. H., 1984, *Kimia Untuk Universitas*, Jilid 1, (diterjemahkan oleh : Pudjaatmaka, A.J.), Jakarta: Erlangga.
- Ketaren, S., 2005, *Pengantar Tekhnologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia Press: Jakarta.
- Khopkar, S. M., 2008, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Jakarta: UI Press.
- Knothe, G., Gerpen, J. V., Krahl, J., 2005, *The Biodiesel Handbook*. Amerika : AOCS Press.
- Kristanti, A. N., Aminah, N. S., Tanjung, M., Kurniadi, B., 2008, *Buku Ajar Fitokimia*, Surabaya:Airlangga University Press.
- Lehninger, 1982, *Dasar-Dasar Biokimia*, Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Perdian, Vera, 2009, “Analisis Sifit Kimia dan Fisika Biodiesel dari Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*)”, Skripsi, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Andalas, Medan.
- Poedjiadi, A., dan Supriyanti, T., 2006, *Dasar-Dasar Biokimia*, Jakarta: UIP.
- Pramudono, Bambang, dkk., 2008, ‘Ekstraksi Kontinyu Dengan Simulasi Batch Tiga Tahap Aliran Lawan Arah: Pengambilan Minyak Biji Alpukat Menggunakan Pelarut *n*-Hexane dan Iso Propil Alkohol”, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNDIP, Semarang.

- Rofianty, R., dan Rina, R., 2007, "Eksplorasi Azadirachta indica A. Juss (Nimba) dan Tamarindus indica (Asem Jawa) sebagai Bahan Baku Biodiesel", Laporan Penelitian, Bandung : Program Studi Biologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB.
- Rohman, A., dan Sumantri, 2007, *Analisis Makanan*, Yogyakarta: UGM Press.
- Sahubawa, Latif, 2010, "Pengaruh Penggunaan Katalis Pada Reaksi Transesterifikasi Terhadap Kualitas Biodiesel Limbah Minyak Tepung Ikan Sardin", *J. Manusia dan Lingkungan* Vol. 17 No. 3 Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Sarker, Satyajit D., Latif, Zahid, and Gray, Alezander I. 2006. *Methods in Biotechnology : natural Product isolation*. Second Edition. Humana Press : Totowa, New Jersey.
- Sastrohamidjojo, H., 2005, *Kimia Organik Stereokimia, karbohidrat, lemak, dan protein*, Yogyakarta : UGM Press.
- , 2007, *Kromatografi*, Yogyakarta : Liberty.
- , 2007, *Spektroskopi*, Yogyakarta : Liberty.
- Sudradjat, R., Hendra, D., Setiawan, D., 2010, "Pembuatan Biodiesel Biji Kepuh dengan Proses Transesterifikasi (*Transesterification Process for Manufacturing Kepuh Seed Biodiesel*)", Laporan Penelitian, Departemen Kimia, Fakultas MIPA, Kampus IPB: Bogor.
- Suwarso, W. P., Gani, I. Y., dan Kusyanto, 2009, "Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*) yang Berasal dari Tumbuhan di Kampus UI Depok", laporan Penelitian, Depok : Laboratorium Kimia Organik-Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam-Universitas Indonesia Depok.
- Widyastuti, L., 2007, "Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel dengan Menggunakan Katalis KOH", Tugas Akhir II, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Negeri Semarang.
- Yuliani, F., Primasari, M., Rachmaniah, O., dan Rachimoellah, M., 2007, "Pengaruh Katalis Asam ( $H_2SO_4$ ) dan Suhu Reaksi pada Proses Esterifikasi Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Menjadi Biodiesel", Laporan Penelitian, Surabaya : Laboratorium Biomassa dan Energi, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Yuniwati, M., dan Karim, A. A., 2009, "Kinetika Reaksi Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas (Jelantah) dan Metanol dengan Katalisator KOH", Jurnal Teknologi *Volume 2 Nomor 2*, Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Sains dan Teknologi AKPRIND.

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### A. Lampiran 1 Perhitungan

#### 1. Perhitungan Kadar Minyak Biji Ketapang

$$\% \text{ Kadar} = \frac{\text{Berat Minyak Biji Ketapang}}{\text{Berat Minyak Biji Ketapang Awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar} = \frac{300,63 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar} = 60,13\%$$

#### 2. Perhitungan Kebutuhan Metanol dan Katalis Pada Reaksi Esterifikasi

**Minyak Biji Ketapang pada Temperatur 30, 40, 50, dan 60 °C**

Minyak = 50 gram

$$\begin{aligned} \text{mol Minyak} &= \frac{\text{gram asam palmitat}}{\text{Mr asam palmitat}} \\ &= \frac{50 \text{ gram}}{256 \text{ gram/mol}} \\ &= 0,20 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mol methanol} &= \frac{\text{gram methanol}}{\text{Mr methanol}} \\ (0,2 \times 7) \text{ mol} &= \frac{\text{gram methanol}}{32 \text{ gram/mol}} \\ &= 44,80 \text{ gram} \end{aligned}$$

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1% dari jumlah total reaktan = 0,95 gram

#### 3. Perhitungan Kebutuhan Metanol dan Katalis Pada Reaksi

**Transesterifikasi untuk Variasi Temperatur 40, 50, 60 dan 70°C.**

Fase Organik = 20 gram

$$\text{mol fase organik} = \frac{\text{gram fase organik}}{\text{Mr tripalmitat}}$$

$$\begin{aligned} \text{mol fase organik} &= \frac{20 \text{ gram}}{806 \text{ gram/mol}} \\ &= 0,03 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mol methanol} &= \frac{\text{gram methanol}}{\text{Mr methanol}} \\ (0,03 \times 5) \text{ mol} &= \frac{\text{gram methanol}}{32 \text{ gram/mol}} \\ &= 4,80 \text{ gram} \end{aligned}$$

NaOH 1,5 % dari jumlah total reaktan = 0,37 gram

#### 4. Standarisasi Larutan NaOH 0,1 N

1. Pembuatan Larutan Standar Asam Oksalat 0,2 N
  - a. Penentuan gram Asam Oksalat yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} \text{molaritas asam oksalat} &= \frac{\text{mol asam oksalat}}{\text{volume asam oksalat}} \\ M H_2C_2O_4 &= \frac{\text{mol } H_2C_2O_4}{\text{volume } H_2C_2O_4} \\ M H_2C_2O_4 &= \frac{\text{gram } H_2C_2O_4 / \text{mr } H_2C_2O_4}{\text{volume } H_2C_2O_4} \\ 0,1 \text{ mol/liter} &= \frac{\text{gram} / 126 \text{ gram/mol}}{0,1 \text{ liter}} \\ 0,1 \text{ mol/liter} \times 0,1 \text{ liter} &= \frac{\text{gram}}{126 \text{ gram/mol}} \\ 0,01 \text{ mol} &= \frac{\text{gram}}{126 \text{ gram/mol}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{gram} &= 0,01 \text{ mol} \times 126 \text{ gram/mol} \\ \text{gram} &= 1,26 \end{aligned}$$

- b. Penentuan Normalitas Asam Oksalat

$$N = \text{grek ekuivalen} \times M$$

$$N = 2 \times 0,1M$$

$$N = 0,2 N$$

c. Normalitas NaOH Hasil Standarisasi

$$V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = V \text{ NaOH} \times V \text{ NaOH}$$

dengan:

$$V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = V \text{ rata-rata titrasi}$$

$$V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \frac{(5,3+5,5+5,4)mL}{3} = 5,4 \text{ mL}$$

sehingga:

$$V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = V \text{ NaOH} \times V \text{ NaOH}$$

$$5,4 \text{ mL} \times 0,2 \text{ N} = 10 \text{ mL} \times N \text{ NaOH}$$

$$N \text{ NaOH} = \frac{5,4mL \times 0,2N}{10mL}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,108 \text{ N}$$

## 5. Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas Pada Reaksi Esterifikasi

NO.	T (°C)	Berat Sampel		Berat Rata-Rata	Volume kebutuhan NaOH		Vrata-rata NaOH (mL)
		a (g)	b (g)		a (mL)	b (mL)	
1	30	2,22	2,2754	2,2477	0,85	0,95	0,9
2	40	2,2961	2,2892	2,2927	0,85	0,9	0,875
3	50	2,3414	2,3569	2,34915	0,8	0,95	0,875
4	60	2,3614	2,320	2,3452	0,75	0,9	0,825

Asam Lemak yang Digunakan Adalah Asam Lemak Oleat BM = 282

### Rumus kadar % FFA

$$\% \text{ FFA} = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times \text{berat molekul asam lemak}}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100\%$$

#### 1. Temperatur 30 °C

$$\begin{aligned}\% \text{ FFA} &= \frac{0,9 \text{ mL} \times 0,108 \text{ N} \times 282 \text{ g/mol}}{2,2477 \text{ g} \times 1000} \times 100\% \\ &= 1,2195 \%\end{aligned}$$

#### 2. Temperatur 40 °C

$$\begin{aligned}\% \text{ FFA} &= \frac{0,875 \text{ mL} \times 0,108 \text{ N} \times 282 \text{ g/mol}}{2,2927 \text{ g} \times 1000} \times 100\% \\ &= 1,1623 \%\end{aligned}$$

#### 3. Temperatur 50 °C

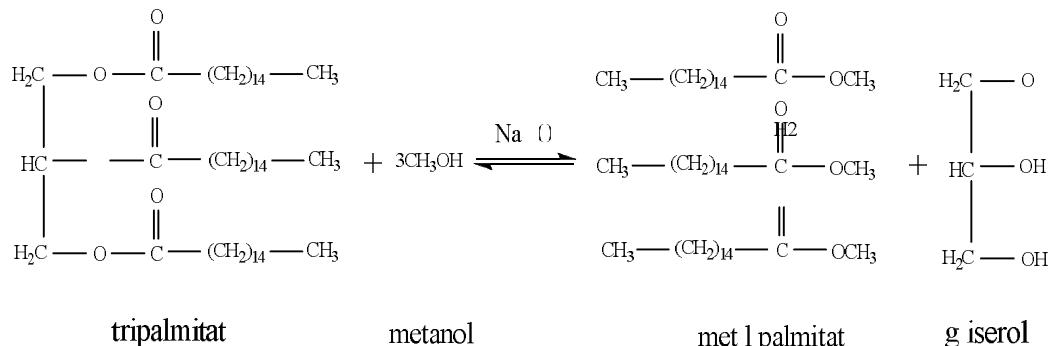
$$\begin{aligned}\% \text{ FFA} &= \frac{0,875 \text{ mL} \times 0,108 \text{ N} \times 282 \text{ g/mol}}{2,34915 \text{ g} \times 1000} \times 100\% \\ &= 1,1344 \%\end{aligned}$$

#### 4. Temperatur 60 °C

$$\begin{aligned}\% \text{ FFA} &= \frac{0,875 \text{ mL} \times 0,108 \text{ N} \times 282 \text{ g/mol}}{2,3452 \text{ g} \times 1000} \times 100\% \\ &= 1,0714 \%\end{aligned}$$

## 6. Perhitungan Rendemen Metil Ester Hasil Reaksi Transesterifikasi

Persamaan reaksi transesterifikasi:



Mula-mula :	0,03 mol	0,15 mol	—	—
Reaksi :	0,03 mol	0,09 mol	0,03 mol	0,03 mol
Akhir :	—	0,06 mol	0,03 mol	0,03 mol

Berat molekul metil ester = 270 gram/mol

Berat metil ester teoritis = mol metil ester x BM metil ester

$$= 0,03 \text{ mol} \times 270 \text{ gram/mol}$$

$$= 8,10 \text{ gram}$$

$$\text{Rendemen metil ester} = \frac{\text{berat hasil}}{\text{berat teoritis}} \times 11,97\%$$

### 1. Temperatur 40°C

$$\text{Berat metil Ester} = 8,23 \text{ g}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{8,23 \text{ g}}{8,10 \text{ g}} \times 11,97\%$$

$$= 12,16\%$$

## 2. Temperatur 50 °C

Berat metil Ester = 9,95 g

$$\text{Rendemen} = \frac{9,95 \text{ g}}{8,10 \text{ g}} \times 11,97\%$$

$$= 14,71 \%$$

## 3. Temperatur 60 °C

Berat metil Ester = 12,9 g

$$\text{Rendemen} = \frac{12,90 \text{ g}}{8,10 \text{ g}} \times 11,971 \%$$

$$= 19,06 \%$$

## 4. Temperatur 70 °C

Berat metil Ester = 14,44 g

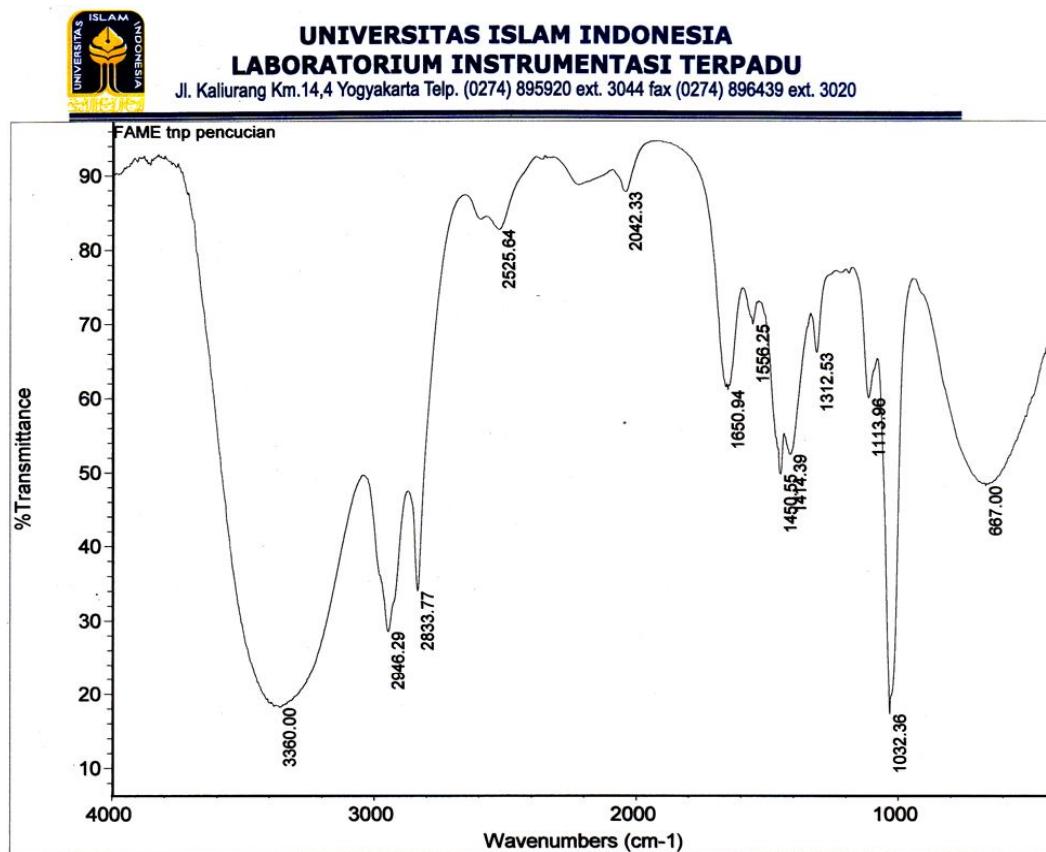
$$\text{Rendemen} = \frac{14,44 \text{ g}}{8,10 \text{ g}} \times 11,971 \%$$

$$= 21,340 \%$$

## B. Lampiran 2 Hasil Karakterisasi IR dan GC-MS

### 1. Spektrogram Metil Ester Hasil Karakterisasi Menggunakan IR

#### a. Tanpa pencucian



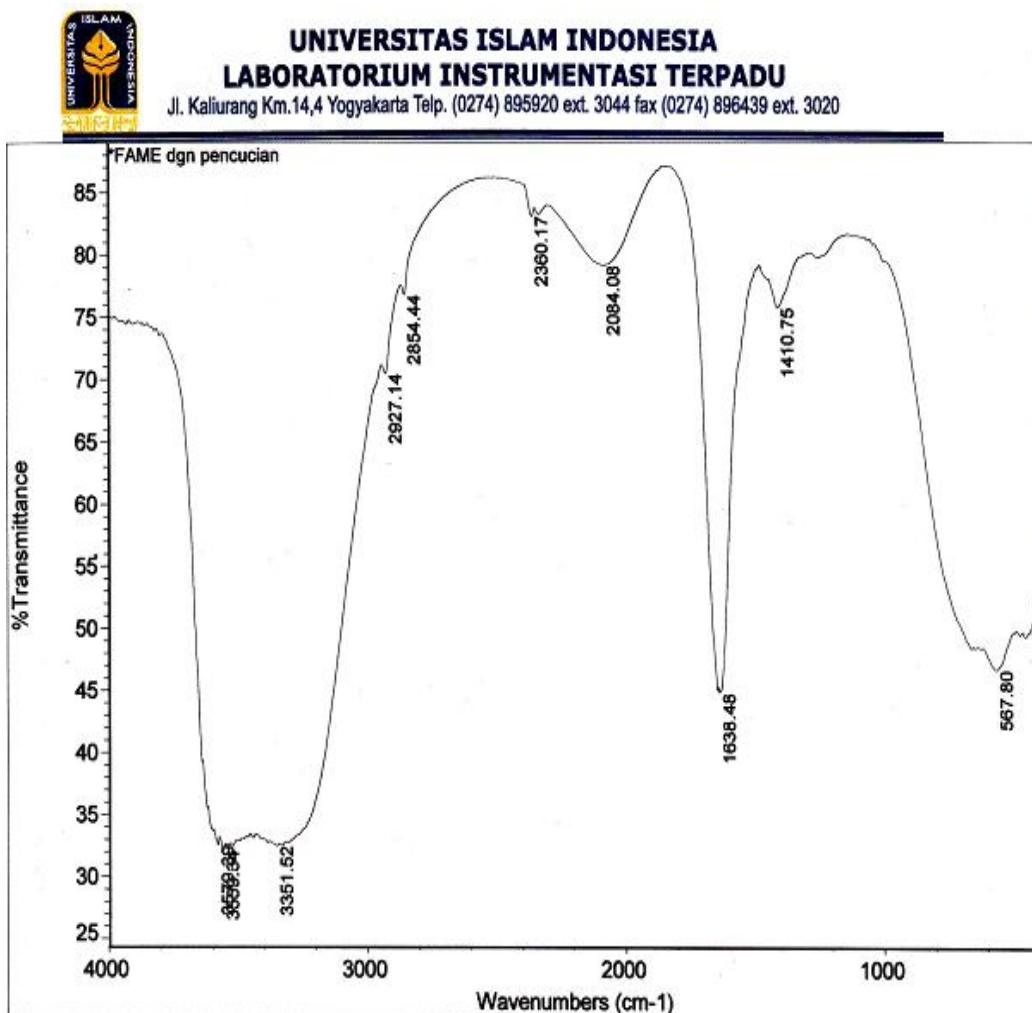
Thu Dec 15 16:13:22 2011 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: FAME tnp pencucian  
Region: 4000.00 400.00  
Absolute threshold: 96.457  
Sensitivity: 50  
Peak list:

Position:	1032.36	Intensity:	17.244
Position:	3360.00	Intensity:	18.124
Position:	2946.29	Intensity:	28.495
Position:	2833.77	Intensity:	33.938
Position:	667.00	Intensity:	48.156
Position:	1450.55	Intensity:	49.727
Position:	1414.39	Intensity:	52.412
Position:	1113.96	Intensity:	59.983
Position:	1650.94	Intensity:	61.028
Position:	1312.53	Intensity:	66.059
Position:	1556.25	Intensity:	69.852
Position:	2525.64	Intensity:	82.690
Position:	2042.33	Intensity:	87.755

b. Dengan pencucian



Thu Dec 15 16:14:29 2011 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: \*FAME dgn pencucian

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 88.581

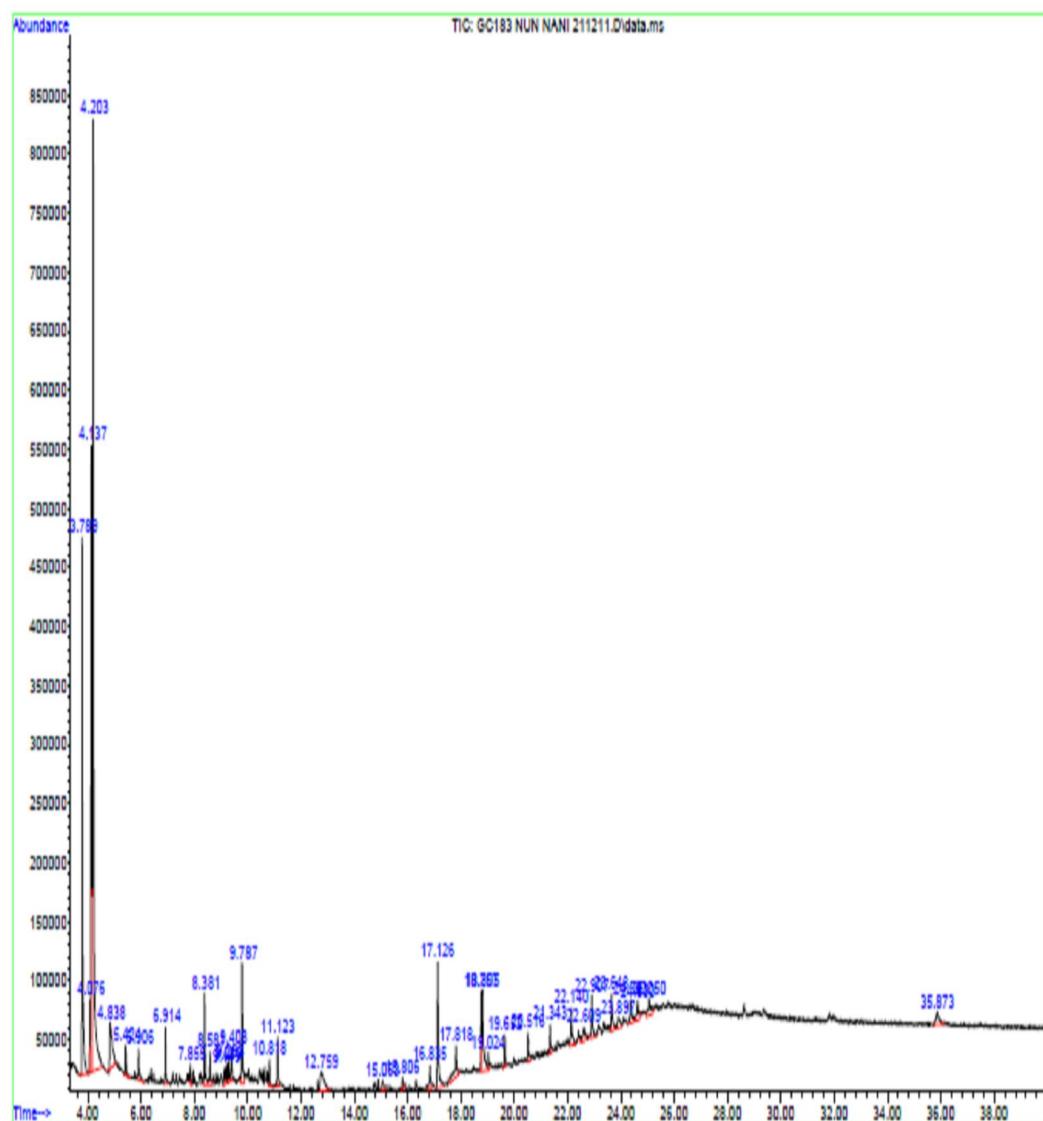
Sensitivity: 70

Peak list:

Position:	Intensity:
3559.34	32.083
3351.52	32.441
3579.39	32.477
1638.48	44.696
567.80	46.538
2927.14	70.404
2854.44	76.751
2084.08	79.096
2360.17	83.048

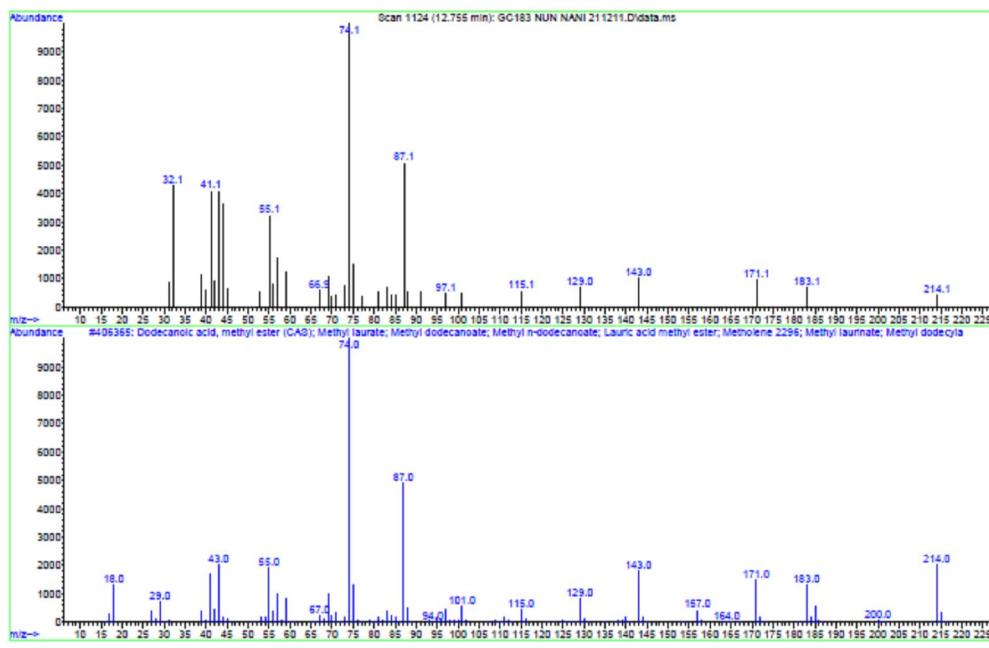
## 2. Kromatogram Metil Ester Hasil Karakterisasi Menggunakan GC-MS

File : D:\Data\_MSD\2011\GC183 NUN NANI 211211.D  
Operator : WIJAYANTO  
Acquired : 11 Dec 2011 14:04 using AcqMethod UJI NUN NANI 2.M  
Instrument : Instrument #1  
Sample Name: FAME  
Misc Info : T : 70 °C, t : 120 menit  
Vial Number: 1



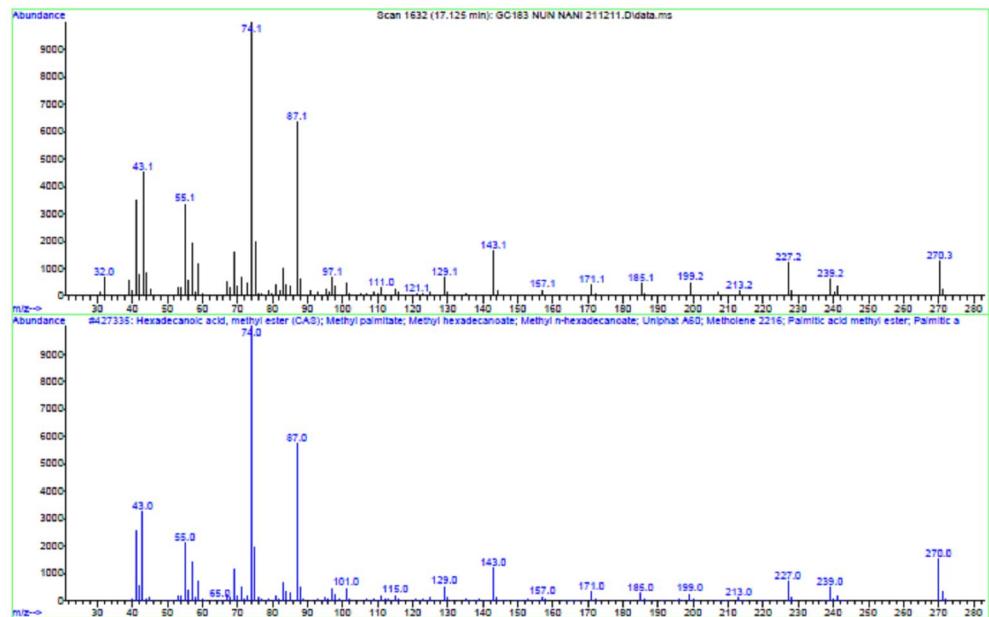
### 3. Spektrum MS

#### a. Puncak 19 dengan Waktu Retensi 12.755 (Metil Laurat)



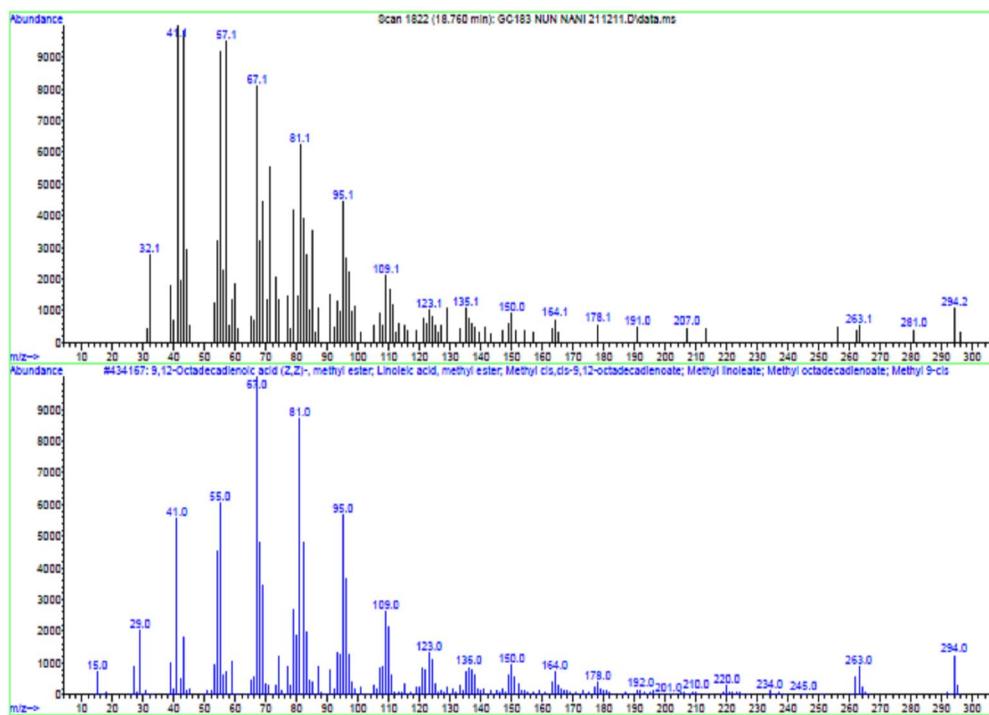
Gambar 4.18. Spektrum MS Metil Laurat

#### b. Puncak 23 Waktu Retensi 17.125 (Metil Palmitat)



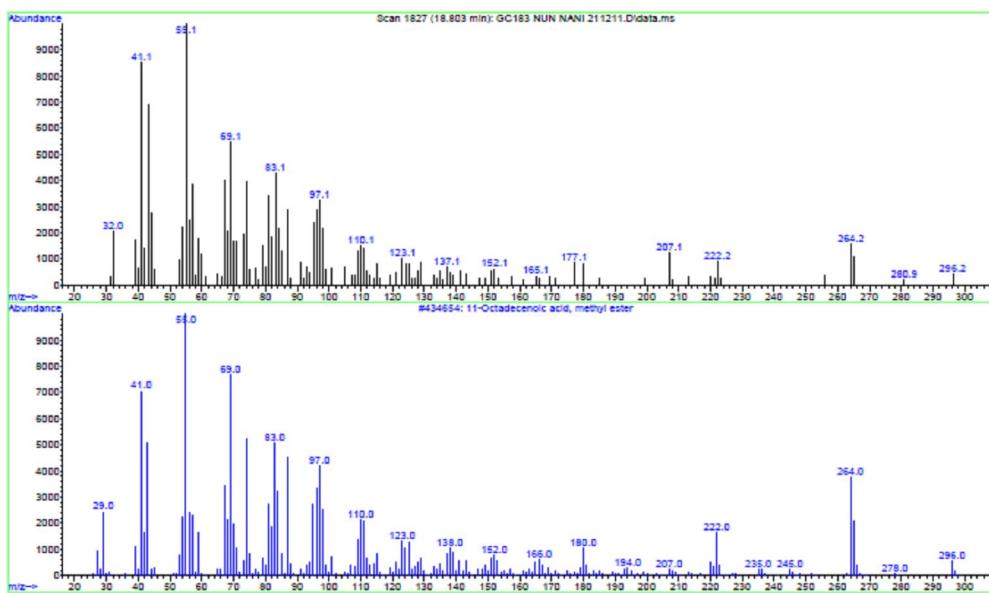
Gambar 4.18. Spektrum MS Metil Palmitat

**c. Puncak 25 Waktu Retensi 18.760 (Metil Linoleat)**



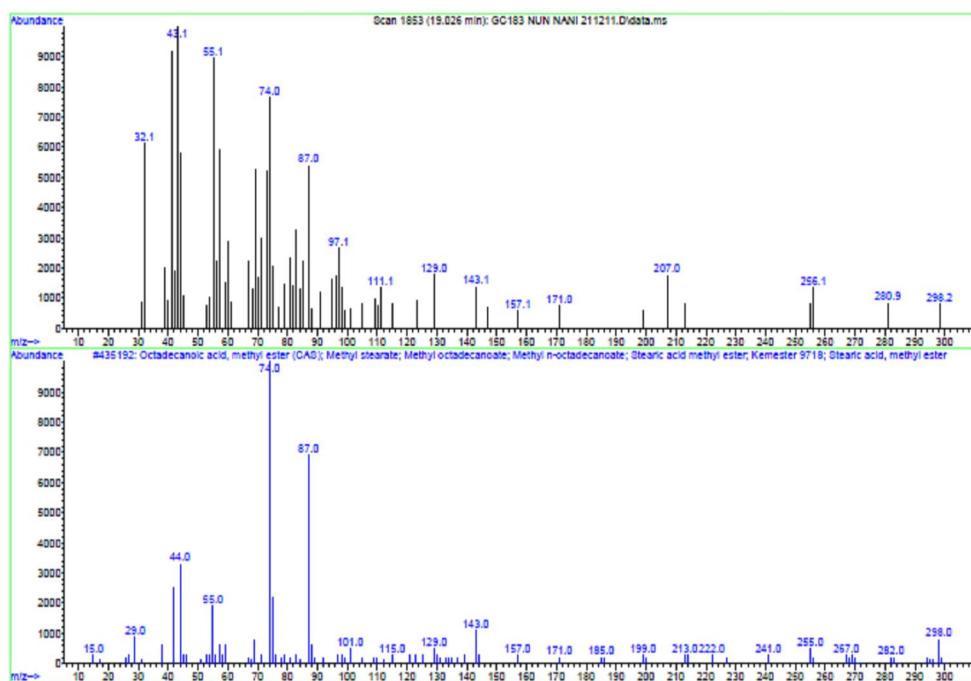
Gambar 4.19. Spektrum MS Metil Linoleat

**d. Puncak 26 Waktu Retensi 18.803 (Metil Oleat)**



Gambar 4.20. Spektrum MS Metil Oleat

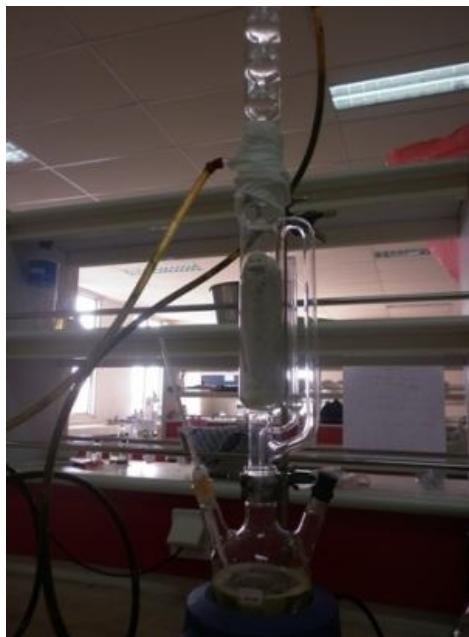
e. Puncak 27 Waktu Retensi 19,026 (Metil Stearat)



Gambar 4.21. Spektrum MS Metil Stearat

### C. Lampiran 3 Dokumentasi

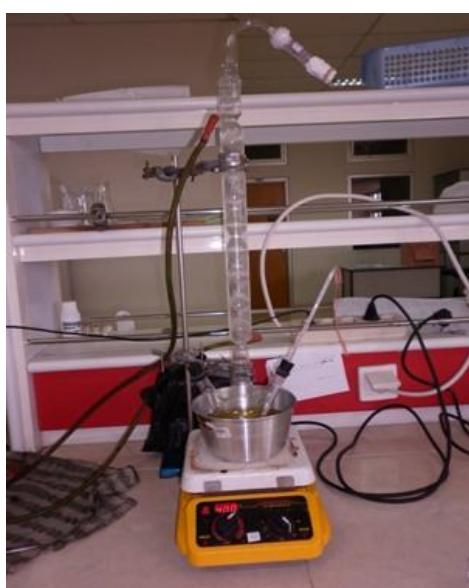
Alat Sokhletasi



Minyak Biji Ketapang



Alat Refluks



Biji Ketapang

