

**OPTIMASI WAKTU DAN PERBANDINGAN AMPAS KOPI DENGAN  
PELARUT n-HEKSANA PADA EKSTRAKSI MINYAK AMPAS KOPI  
ARABIKA (*Coffea arabica L.*) UNTUK PEMBUATAN BIODIESEL**

**Skripsi  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-1  
Program Studi Kimia**



**Oleh:  
Antik Anggreini  
10630021**

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



## **SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Surat 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 : Antik Anggreini

NIM : 10630021

Judul Skripsi : *Optimasi Waktu dan Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut n-Heksana Pada Ekstraksi Minyak Ampas Kopi Arabika (Coffea arabica L.) Untuk Pembuatan Biodiesel*

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 Program Studi Kimia

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 6 Februari 2015

Pembimbing

Dr. Susy Yunita Prabawati, M. Si

NIP. 19760621 199903 2 005



**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 : Antik Anggreini

NIM : 10630021

Judul Skripsi : Optimasi Waktu dan Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut n-Heksana pada Ekstraksi Minyak Ampas Kopi (*Coffea arabica* L.) untuk Pembuatan Biodiesel

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.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 6 Februari 2015

Konsultan

Karmanto, M. Sc.

NIP. 19820504 200912 1 005



**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 : Antik Anggreini

NIM : 10630021

Judul Skripsi : Optimasi Waktu dan Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut n-Heksana pada Ekstraksi Minyak Ampas Kopi (*Coffea arabica* L.) untuk Pembuatan Biodiesel

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.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 6 Februari 2015

Konsultan

Sudarlin, S.Si., M.Sc.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Antik Anggreini

NIM : 10630021

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Optimasi Waktu dan Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut n-Heksana Pada Ekstraksi Minyak Ampas Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) Untuk Pembuatan Biodiesel

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau telah ditulis oleh orang lain atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian studi perguruan lain, kecuali pada bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan. Apabila terbukti ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 6 Februari 2015  
Yang Menyatakan



Antik Anggreini  
NIM: 10630021



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/458/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Optimasi Waktu dan Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut n-Heksana Pada Ekstraksi Minyak Ampas Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) Untuk Pembuatan Biodiesel

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Antik Anggreini  
NIM : 10630021  
Telah dimunaqasyahkan pada : 29 Januari 2015  
Nilai Munaqasyah : A -  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si  
NIP.19760621 199903 2 005

Penguji I

Karmanto, M.Sc  
NIP.19820504 200912 1 005

Penguji II

Sudarlin, S.Si., M.Sc.

Yogyakarta, 6 Februari 2015



Hamidinal, M.Si.  
NIP. 19691105 200003 1 002

## **MOTTO**

Berusaha, berdoa, berikhtiar, selanjutnya biar Allah yang mengatur  
segala sesuatunya  
(Antik Anggreini)

**MAN JADDA WA JADA**

## **PERSEMBAHAN**

Bersama rasa syukur, saya persembahkan karya ini untuk :

Allah SWT

Ibu, babe, kakak, adik, saudara, sahabat, terima kasih untuk  
dukungan dan pengorbanan kalian

Serta

Untuk Almamaterku

Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta





## KATA PENGANTAR

*Bismillaahirrahmaanirrahim.*

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimasi Waktu dan Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut n-Heksana pada Ekstraksi Minyak Ampas Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) untuk Pembuatan Biodiesel”** dengan baik. Sholawat 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. Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, MA. Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan pengarahan hingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
3. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.*Biotech.*, selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Terima kasih atas bimbingannya.
4. Ibu Maya Rahmayanti, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik.

5. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi 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., dan 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. Orang tuaku tersayang yang selalu mendoakan serta memberikan dorongan baik moril maupun materi yang tidak ternilai harganya.
8. Mbak Shinta Pertiwi, mbak Yohana Kurnia Endah, mas Tri Sarjono, dan mas Dimas yang selalu berbagi ilmu dan jadi teman diskusi saat penulis mengalami kesulitan, aku sayang kalian.
9. *My great family* “PRA50JO” Gardep 50 PT. Aseli Dagadu Djokdja : Adam, Agnes, Bento, Cici, Citra, Dara, Egi, Fajar, Fira, Frini, Gilang, Gina, Gita, Gusta, Hani, Heidy, Herlin, Hide, Hilda, Ken, Laras, Lida, Listi, Lita, Lusi, Lutfi, Madi, Mail, Meri, Nanda, Nika, Nurma, Oni, Panca, Prabu, Priya, Puri, Rika, Ristan, Swa, Tata, Tere, Thomas, Tita, Wana, Yosep, Yuta, dan Zain.
10. Rekan-rekan Kimia 2010, kalian teman, sahabat, dan keluarga yang luar biasa.
11. Seluruh kakak dan adik angkatan Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga, terimakasih untuk setiap dukungan dan motivasinya
12. 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, 20 Januari 2015

Penulis,

Antik Anggreini

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<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 GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>ABSTRAK</b> .....	xvii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	5
C. Rumusan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	7
B. Landasan Teori .....	8
1. Kopi Arabika ( <i>Coffea arabica L.</i> ) .....	8
2. Metode Ekstraksi .....	9
a. Ekstraksi cara dingin .....	9
b. Ekstraksi cara panas .....	10
3. Minyak dan Lemak .....	12
4. Asam Lemak .....	13
5. Asam Lemak Bebas .....	14
6. Metil Ester .....	15
7. Esterifikasi .....	16
8. Transesterifikasi .....	18
a. Air dan asam lemak bebas .....	19
b. Perbandingan reaktan .....	19
c. Pengaruh katalis .....	20
d. Temperatur .....	20
e. Waktu reaksi .....	20
9. Spektrofotometri Inframerah .....	20

10. <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS)</i> .....	21
a. Gas pembawa .....	23
b. Pengatur aliran dan tekanan .....	23
c. Tempat injeksi.....	24
d. Kolom .....	24
e. Detektor.....	24

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
B. Alat-alat Penelitian.....	25
C. Bahan Penelitian .....	25
D. Cara Kerja Penelitian .....	26
1. Preparasi Sampel.....	26
2. Ekstraksi Minyak Ampas Kopi .....	26
a. Optimasi waktu ekstraksi minyak ampas kopi.....	26
b. Optimasi perbandingan ampas kopi dengan pelarut .....	26
3. Analisis Kadar Asam Lemak Bebas .....	27
a. Standarisasi larutan KOH 0,1 N.....	27
b. Analisis kadar asam lemak bebas.....	27
4. Esterifikasi Minyak Ampas Kopi.....	28
5. Transesterifikasi Minyak Ampas Kopi .....	29
6. Pemisahan Gliserol dan Pemurnian Metil Ester Hasil Sintesis .....	29

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

A. Preparasi Sampel.....	30
B. Ekstraksi Ampas Kopi .....	30
1. Optimasi waktu ekstraksi minyak ampas kopi.....	32
2. Optimasi perbandingan ampas kopi dengan pelarut .....	34
C. Esterifikasi Minyak Ampas Kopi.....	35
D. Transesterifikasi Minyak Ampas Kopi .....	37
E. Pemisahan Gliserol dan Pemurnian Metil Ester Hasil Sintesis .....	40
F. Karakterisasi Metil Ester (Biodiesel) .....	41
1. Analisis spektrofotometer inframerah.....	41
2. Analisis GC-MS .....	42

### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	45
B. Saran .....	45

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	46
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	49
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Seperangkat alat Soxhletasi ..... 11
Gambar 2.2	Reaksi pembentukan trigliserida dari gliserol dan asam lemak.. 12
Gambar 2.3	Gugus fungsi asam lemak yang merupakan asam lemak karboksilat..... 13
Gambar 2.4	Reaksi esterifikasi dengan katalis asam ..... 17
Gambar 2.5	Mekanisme reaksi esterifikasi ..... 18
Gambar 2.6	Reaksi transesterifikasi dari trigliserida menjadi metil ester ..... 19
Gambar 4.1	Grafik hubungan waktu ekstraksi terhadap rendemen minyak ... 33
Gambar 4.2	Grafik hubungan perbandingan ampas kopi dengan pelarut terhadap rendemen minyak..... 35
Gambar 4.3	Mekanisme reaksi esterifikasi dengan katalis asam..... 37
Gambar 4.4	Mekanisme reaksi trigliserida menjadi digliserida pada reaksi transesterifikasi..... 39
Gambar 4.5	Mekanisme reaksi digliserida menjadi monogliserida pada reaksi transesterifikasi..... 39
Gambar 4.6	Mekanisme reaksi monogliserida menjadi gliserol pada reaksi transesterifikasi..... 40
Gambar 4.7	Spektra inframerah senyawa metil ester dari minyak ampas kopi Arabika ( <i>Coffea arabica L.</i> )..... 41
Gambar 4.8	Kromatogram GC metil ester dari minyak ampas kopi ( <i>Coffea arabica L.</i> )..... 43

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Karakteristik minyak ampas kopi Arabika ( <i>Coffea arabica L.</i> ) ..... 9
Tabel 2.2	Beberapa asam lemak yang terdapat di alam..... 14
Tabel 4.1	Rendemen minyak ampas kopi hasil ekstraksi variasi waktu..... 32
Tabel 4.2	Rendemen minyak ampas kopi hasil ekstraksi variasi perbandingan ampas kopi dengan pelarut..... 34
Tabel 4.3	Serapan gugus fungsi senyawa metil ester ..... 42
Tabel 4.4	Hasil analisis spektra massa dari minyak ampas kopi Arabika ( <i>Coffea arabica L.</i> )..... 44



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Perhitungan Kadar Minyak Ampas Kopi .....	49
Lampiran 2. Standarisasi Larutan KOH 0,1 N .....	51
Lampiran 3. Perhitungan Minyak Kadar Asam Lemak Bebas (% FFA) Minyak Ampas Kopi.....	53
Lampiran 4. Perhitungan Reaktan pada Reaksi Esterifikasi dan Transesterifikasi.....	55
Lampiran 5. Perhitungan Rendemen Biodiesel dari Minyak Ampas Kopi.....	57
Lampiran 6. Spektra Inframerah Senyawa Metil Ester dari Minyak Ampas Kopi.....	58
Lampiran 7. Kromatogram GC Metil Ester dari Minyak Ampas Kopi .....	59
Lampiran 8. Spektra Massa Senyawa Metil Ester dari Minyak Ampas Kopi ...	60
Lampiran 9. Persyaratan Kualitas Biodiesel Menurut SNI-04-782-2006.....	63
Lampiran 10. Dokumentasi.....	64



## ABSTRAK

### **Optimasi Waktu dan Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut *n*-Heksana pada Ekstraksi Minyak Ampas Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) untuk Pembuatan Biodiesel**

**Antik Anggreini  
10630021**

**Dosen Pembimbing: Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.**

---

Ampas kopi arabika (*Coffea arabica L.*) yang selama ini dibuang sebagai limbah ternyata berpotensi sebagai bahan baku dalam sintesis metil ester atau yang lebih dikenal sebagai biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimasi waktu dan perbandingan ampas kopi dengan pelarut pada proses ekstraksi. Minyak ampas kopi yang dihasilkan kemudian disintesis menjadi metil ester melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi.

Penelitian ini meliputi preparasi sampel, ekstraksi, esterifikasi, transesterifikasi, pemurnian biodiesel, dan karakterisasi biodiesel yang dihasilkan. Pada ekstraksi Soxhlet dilakukan variasi waktu dan perbandingan ampas kopi dengan pelarut *n*-heksana. Variasi waktu dilakukan pada perbandingan 1:6 (b/v) selama 60, 120, dan 180 menit. Variasi perbandingan ampas kopi dengan pelarut *n*-heksana dilakukan pada waktu optimal yaitu selama 180 menit dengan perbandingan 1:6, 1:8, dan 1:10 (b/v). Esterifikasi dilakukan dengan metanol sebanyak 40% (b/b) dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1% (b/v) dengan pengadukan selama 1 jam pada temperatur 60 °C. Transesterifikasi dilakukan dengan perbandingan mol antara minyak ampas kopi dengan metanol yaitu 1:9 dengan katalis KOH sebanyak 1,5% berat reaktan total dengan pengadukan selama 1 jam pada temperatur 60 °C. Metil ester hasil sintesis dikarakterisasi dengan spektrofotometer inframerah dan GC-MS.

Waktu optimum pada ekstraksi Soxhlet yaitu pada menit ke-180, sedangkan perbandingan ampas kopi dengan pelarut optimum yaitu pada perbandingan 1:8. Rendemen minyak ampas kopi yang dihasilkan pada waktu ekstraksi 180 menit dengan perbandingan ampas kopi dengan pelarut *n*-heksana 1:8 adalah sebanyak 13,47%. 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 linoleat (42,18%), metil palmitat (39,47%), dan metil stearat (8,02%).

---

Kata kunci: Ampas kopi arabika (*Coffea arabica L.*), ekstraksi Soxhletasi, esterifikasi, transesterifikasi, biodiesel, GC-MS

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Dewasa ini pertumbuhan penduduk yang meningkat dan perkembangan industri yang ada memicu kebutuhan energi yang semakin meningkat. Sumber energi fosil yang selama ini digunakan sebagai sumber energi utama di dunia merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Sumber energi ini dapat habis dalam kurun waktu tertentu. Ketergantungan pada minyak bumi sebagai bahan bakar sangat dirasakan dampaknya oleh Pemerintah Republik Indonesia, sehingga Pemerintah Republik Indonesia mengeluarkan Instruksi Presiden No.10 tahun 2005 mengenai penghematan penggunaan energi, Instruksi Presiden No.1 tahun 2006 mengenai penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*), serta Peraturan Presiden No.5 tahun 2006 mengenai kebijakan energi nasional.

Indonesia sebagai anggota OPEC (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*) resmi keluar pada tahun 2008. Realitas ini menunjukkan Indonesia sekarang tidak lagi menjadi *oil exporting country*, justru sebaliknya Indonesia menjadi *oil importing country* (Dwi, 2013). Semakin menipisnya cadangan energi fosil dan meningkatnya kebutuhan energi menyebabkan berbagai macam penelitian untuk mencari sumber energi yang terbarukan (*renewable resources*) perlu dilakukan. Saat ini, dunia internasional sedang berlomba-lomba untuk mempergunakan bahan bakar yang ramah lingkungan. Salah satu solusi untuk mengatasi penipisan cadangan BBM dengan menggunakan biodiesel dan gasohol (Wirawan, 2005).

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran metil ester yang bersumber dari minyak nabati atau lemak hewani yang dihasilkan melalui proses reaksi esterifikasi, transesterifikasi, atau esterifikasi-transesterifikasi (Hambali dkk., 2007). Beberapa tahun terakhir, produksi biodiesel dari minyak nabati mendapat perhatian khusus karena sifatnya yang ramah lingkungan. Harga jual biodiesel yang lebih mahal dibandingkan bahan bakar fosil menjadi masalah baru dalam pengaplikasiannya. Hal ini karena bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biodiesel masih mahal. Menghadapi masalah ini, penelitian untuk mendapatkan bahan baku lain yang murah dengan kualitas minyak nabati yang baik terus dilakukan.

Indonesia merupakan negara tropis dengan kekayaan alam yang berlimpah. Salah satu potensi kekayaan alam Indonesia yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah kopi. Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam. Indonesia mampu memproduksi sedikitnya 748 ribu ton atau 6,6% dari produksi kopi dunia pada 2012. Produksi kopi Robusta mencapai lebih dari 601 ribu ton (80,4%) dan produksi kopi Arabika mencapai lebih dari 147 ribu ton (19,6%) (Prakoso, 2013). Di Indonesia, kopi hanya digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan minuman, sedangkan ampas sisanya hanya dibuang atau dijadikan sebagai pupuk kompos. Apabila diteliti lebih lanjut, ampas kopi dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel.

Daglia (2004) mengatakan bahwa ampas kopi mengandung minyak dengan rendemen sebesar 11-20%. Minyak kopi juga mengandung molekul

trigliserida yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel. Canaki (2001) menyebutkan bahwa di dalam minyak kopi mengandung komponen utama trigliserida sebesar 81,3%.

Wicaksono dan Sulistyawan (2012) dalam penelitiannya berhasil mengekstraksi minyak dari ampas kopi Arabika dengan metode Soxhletasi. Minyak yang dihasilkan disintesis menjadi biodiesel dengan cara esterifikasi dan transesterifikasi. Rendemen biodiesel yang dihasilkan sebesar 14,82%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa minyak ampas kopi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

Kondamudi (2008) dalam penelitiannya juga menggunakan ampas kopi Arabika dan Robusta pada proses ekstraksinya dengan variasi pelarut ekstraksi. Hasil penelitian melaporkan bahwa ekstraksi dengan pelarut *n*-heksana menghasilkan minyak dengan pH yang lebih netral, yaitu 6,8. Minyak yang dihasilkan digunakan sebagai bahan baku sintesis metil ester berdasarkan reaksi transesterifikasi.

Pada minyak ampas kopi terdapat trigliserida yang mengandung asam lemak palmitat (51,4%) dan asam linoleat (40,3%). Kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid* (FFA)) Robusta lebih tinggi daripada Arabika (Simbolon, 2013). Minyak kopi Arabika mengandung asam lemak bebas sebesar 15,9% (Wicaksono dan Sulistyawan, 2012). Hambali dkk. (2007) mensyaratkan bahwa minyak nabati yang akan ditransesterifikasi harus memiliki angka asam  $\leq 5$  mg KOH/g minyak. Jika kandungan asam lemak bebas pada minyak nabati yang digunakan untuk sintesis metil ester lebih besar dari angka tersebut, maka perlu dilakukan proses

pendahuluan yang disebut dengan tahap esterifikasi yang bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas.

Kandungan asam lemak bebas dalam reaktan pada proses sintesis metil ester dapat menyebabkan terbentuknya sabun, menurunkan rendemen metil ester, dan mempersulit pemisahan metil ester dari produk sampingnya, yaitu gliserol. Penelitian yang telah dilakukan Burton (2010), berhasil menurunkan kadar asam lemak bebas pada campuran ampas kopi Arabika dan Robusta dari 16,3% menjadi 2,64% melalui proses esterifikasi.

Penelitian tersebut memerlukan kajian lebih lanjut yang meliputi pengaruh waktu dan perbandingan antara ampas kopi dengan pelarut *n*-heksana terhadap rendemen minyak ampas kopi pada tahap ekstraksi. Kajian ini diharapkan menghasilkan rendemen minyak ampas kopi yang lebih banyak dengan pH netral.

Minyak ampas kopi yang diperoleh dapat diesterifikasi untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dan dilanjutkan tahap transesterifikasi untuk sintesis metil ester atau yang lebih dikenal sebagai biodiesel. Biodiesel yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan spektrofotometer inframerah dan *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS) untuk mengetahui jenis komponen senyawa apa saja yang terkandung dalam biodiesel tersebut.

**B. Batasan Masalah**

1. Jenis ampas kopi yang digunakan yaitu ampas kopi Arabika.
2. Metode yang digunakan untuk mengambil minyak ampas kopi yaitu metode ekstraksi Soxhletasi dan sintesis metil ester menggunakan metode esterifikasi-transesterifikasi.
3. Pelarut yang digunakan pada proses ekstraksi Soxhlet adalah *n*-heksana.
4. Pereaksi yang digunakan pada proses esterifikasi adalah metanol (CH<sub>3</sub>OH) dan katalisnya adalah asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
5. Pereaksi yang digunakan pada proses transesterifikasi adalah metanol (CH<sub>3</sub>OH) dan katalisnya adalah kalium hidroksida (KOH).

**C. Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah pengaruh variasi waktu dan perbandingan antara ampas kopi dengan pelarut terhadap rendemen minyak yang dihasilkan?
2. Apa saja komponen senyawa metil ester (biodiesel) yang dihasilkan berdasarkan analisis *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS)?

**D. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh variasi waktu dan perbandingan antara ampas kopi dengan pelarut terhadap rendemen minyak yang dihasilkan.
2. Mengetahui komponen senyawa metil ester (biodiesel) yang dihasilkan berdasarkan analisis *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS).

### **E. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan data penelitian mengenai metode sintesis metil ester (biodiesel) dari bahan baku ampas kopi Arabika. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan nilai guna ampas kopi Arabika yang selama ini hanya menjadi limbah.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

1. Variasi waktu dan perbandingan ampas kopi dengan pelarut berpengaruh terhadap rendemen minyak yang dihasilkan. Ekstraksi optimum pada menit ke-180 dengan perbandingan ampas kopi dengan pelarut yaitu 1:8 (b/v).
2. Senyawa metil ester (biodiesel) yang dihasilkan berdasarkan analisis menggunakan *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS) adalah metil linoleat (42.18%), metil palmitat (39.47%), dan metil stearat (8.02%).

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah penggunaan analisis untuk parameter sifat fisik maupun kimia terhadap metil ester (biodiesel) dari minyak ampas kopi (*Coffea arabica L.*) yang dihasilkan dengan standar SNI biodiesel yang ditetapkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aksi Agraris Kanisius (AAK). 1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Bernasconi, G., Handojo, L., 1995. *Teknologi Kimia Bagian 2*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Burton, R., Fan, X., Austic, G., 2010. Evaluation of Two-Step Reaction and Enzyme Catalysis Approaches for Biodiesel Production from Spent Coffee Grounds. *International Journal of Green Energy*. Vol.7, Iss. 5.
- Canaki, M., dan Ccheryan, J.V., 2001. Biodiesel from oils and Fats with High free Fatty Acid. *Trans Am Soc, Automotive Engine* 44. 1429-1436.
- Caetano, N.S., Silva, V. F. M., Mata, T. M., 2012. Volarization of Coffee Grounds for Biodiesel Production. *Chemical Engineering Transactions* vol.26.
- Daglia, M., Racchi, M., Papetti, A., Lanni, C., Govoni, S., Gazzani, G., 2004. In vitro and ex vivo antihydroxyl radical activity of green and roasted coffee. *J. Agric. Food Chem*, 52. 1700–1704.
- Destianna, M., Zandy, A., Nazef, dan Puspasari, S., 2007. *Intensifikasi Proses Produksi Biodiesel*. Bandung: Institute Teknologi Bandung.
- Ditjen POM, Depkes RI. 1986. *Sediaan Galenik*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Ditjen POM, Depkes RI. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dwi, R., 2013. *Perlunya Kenaikan Harga BBM*. <http://ekonomi.kompasiana.com/moneter/2013/02/03/perlunya-kenaikan-harga-bbm--530577.html> diakses tanggal 26 November 2013
- Endriana, D., 2007. Sintesis Biodiesel (Metil Ester) Dari Minyak Biji Bintaro (Carbera odollam Gaertn) Hasil Ekstraksi. Skripsi. Program Studi Kimia UI, Jakarta.
- 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.

- Freedman, B., Pryde E.H., Mounts T.L., 1984. Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61. 61-1638-1643.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A. H., Pattiwiri, A.W., dan Hendroko, R., 2007. *Menimba Ilmu dari Pakar Teknologi Bioenergi Cetakan Kedua*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Harborne, J. B., 1987. *Metode Fitokimia*. Terjemahan Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Bandung: ITB.
- Hendayana, S., 2006. *Kimia Pemisahan Metode Kromatografi dan Elektroforesis Modern*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Ketaren, S., 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Kristanti, A. N., Aminah, N.S., Tanjung, M., dan Kurniadi, B., 2008. *Buku Ajar Fitokimia*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Kondamudi, N., Mohapatra, S. K., and Misra, Mano. 2008. Spent Coffee Grounds as a Versatile Source of Green Energy. *J. Agric. Food Chem.* 56-11757-11760.
- Lehninger, A.L., 1982. *Dasar-Dasar Biokimia Jilid I*. Terjemahan Maggy Thenawidjaja. Jakarta: Erlangga.
- Mittelbatch, M., Worgetter M., Pernkopf J., Junek H., 1983. Diesel Fuel Derived from Vegetable Oils : Preparation and Use of Rape Oil Methyl Ester. *Energy Agric, 2 Cric, 2.* 269-384.
- Poedjiadi, A., dan Supriyanti, T. F. M., 2007. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Prakoso, D., 2013. *Produksi Kopi RI terbesar di Dunia*. Sindo.
- Roth, H. J., 1988. *Analisis Farmasi*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sastrohamidjojo, H., 2005. *Kimia Organik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sastrohamidjojo, H., 2007. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Simbolon, B., Kartini P., dan Siswarni M.Z., 2013. Kajian Pemanfaatan Biji Kopi (Arabika) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol.2, No.3.

- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi., 2003. *Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- United States Department of Agriculture. *Coffea Arabica L. (Arabian Coffee)*. <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=COAR2> diakses tanggal 26 November 2013.
- Wedel, V.R., 1999. *Technical Handbook for Marine Biodiesel*. Department of Energy: San Fransisco Bay and Northen California.
- Wicaksono, A. dan Sulistyawan, Y.A., 2012. Pembuatan Biodiesel Dari Ampas Kopi Dengan Menggunakan Proses Ekstraksi dan Transesterifikasi. Tugas Akhir. Program Studi D III Teknik Kimia ITS, Surabaya.
- Widyastuti, L., 2007. Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel dengan Menggunakan Katalis KOH. Skripsi. Program Studi Kimia Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Winarno, F.G., 2004. *Kimia Pangan dan Gizi Cetakan Kelima*. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- Wirawan, S.S., 2005. *Biodisel*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Perhitungan Kadar Minyak Ampas Kopi

#### 1. Optimasi Waktu Ekstraksi Minyak Ampas Kopi (Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut = 1:6)

a. Kadar Minyak Ampas Kopi pada menit ke-60

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{\text{Berat Minyak Ampas Kopi}}{\text{Berat Sampel Ampas Kopi}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{3,96 \text{ gram}}{50 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = 7,92\%$$

b. Kadar Minyak Ampas Kopi pada menit ke-120

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{\text{Berat Minyak Ampas Kopi}}{\text{Berat Sampel Ampas Kopi}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{5,23 \text{ gram}}{50,0117 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = 10,46\%$$

c. Kadar Minyak Ampas Kopi pada menit ke-180

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{\text{Berat Minyak Ampas Kopi}}{\text{Berat Sampel Ampas Kopi}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{6,32 \text{ gram}}{50 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = 12,64\%$$

## 2. Optimasi Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut pada menit-180

- a. Kadar Minyak Ampas Kopi pada Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut = 1:6

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{\text{Berat Minyak Ampas Kopi}}{\text{Berat Sampel Ampas Kopi}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{6,32 \text{ gram}}{50 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = 12,64\%$$

- b. Kadar Minyak Ampas Kopi pada Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut = 1:8

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{\text{Berat Minyak Ampas Kopi}}{\text{Berat Sampel Ampas Kopi}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{6,74 \text{ gram}}{50,01 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = 13,48\%$$

- c. Kadar Minyak Ampas Kopi pada Perbandingan Ampas Kopi dengan Pelarut = 1:10

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{\text{Berat Minyak Ampas Kopi}}{\text{Berat Sampel Ampas Kopi}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = \frac{6,66 \text{ gram}}{50,01 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar minyak} = 13,32\%$$

## Lampiran 2. Standarisasi Larutan KOH 0,1 N

### 1. Pembuatan Larutan Standar Asam Oksalat 0,2 N

- a. Penentuan gram Asam Oksalat yang dibutuhkan

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

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

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

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

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

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

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

- b. Penentuan Normalitas Asam Oksalat

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

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

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

## 2. Normalitas KOH Hasil Standarisasi

$$V \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \times N \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = V \text{KOH} \times N \text{KOH}$$

dengan :

$$V \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = V \text{rata-rata titrasi}$$

$$V \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \frac{(4,75+4,6+4,55)\text{mL}}{3} = 4,63 \text{ mL}$$

sehingga :

$$V \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \times N \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = V \text{KOH} \times N \text{KOH}$$

$$4,63 \text{ mL} \times 0,2 \text{ N} = 10 \text{ mL} \times N \text{KOH}$$

$$N \text{KOH} = \frac{4,63 \text{ mL} \times 0,2 \text{ N}}{10 \text{ mL}}$$

$$N \text{KOH} = 0,1 \text{ N}$$

### Lampiran 3. Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas (% FFA) Minyak Ampas Kopi

#### 1. Kadar Asam Lemak Bebas (% FFA) Sebelum Reaksi Esterifikasi

$$\text{Angka asam} = \frac{A \times N \text{ KOH} \times 56}{G}$$

dengan :

$$A = V \text{ KOH} = \frac{(5,1+5+5,15) \text{ mL}}{3} = 5,08 \text{ mL}$$

N = Normalitas larutan KOH = 0, 1 N

$$G = \text{Massa minyak ampas kopi} = \frac{(1,01+1,02+1)g}{3} = 1,01 \text{ gram}$$

56 = berat molekul KOH

sehingga :

$$\text{Angka asam} = \frac{5,08 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 56}{1,01 \text{ g}}$$

Angka asam = 28, 17 mg KOH/g minyak

#### 2. Kadar Asam Lemak Bebas (% FFA) Sesudah Reaksi Esterifikasi

$$\text{Angka asam} = \frac{A \times N \text{ KOH} \times 56}{G}$$

dengan :

$$A = V \text{ KOH} = \frac{(1+1,05+1,05) \text{ mL}}{3} = 1,03 \text{ mL}$$

N = Normalitas larutan KOH = 0, 1 N

$$G = \text{Massa minyak ampas kopi} = \frac{(1,23+1,01+1,02)g}{3} = 1,09 \text{ gram}$$

56 = berat molekul KOH



sehingga :

$$\text{Angka asam} = \frac{1,03 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 56}{1,09 \text{ g}}$$

$$\text{Angka asam} = 5,29 \text{ mg KOH/g minyak}$$



## Lampiran 4. Perhitungan Reaktan Pada Reaksi Esterifikasi dan Transesterifikasi

### 1. Perhitungan reaktan yang dibutuhkan pada reaksi esterifikasi

- a. Berat minyak ampas kopi yang digunakan

Berat minyak ampas kopi yang digunakan = 50 gram

- b. Berat metanol *p.a* 40% (b/b)

$$\% \text{ (b/b)} = \frac{\text{berat zat terlarut (metanol } p.a)}{\text{berat total}} \times 100\%$$

$$40\% \text{ (b/b)} = \frac{\text{berat zat terlarut}}{50 \text{ gram}} \times 100\%$$

Berat metanol *p.a* = 20 gram

- c. Berat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> *p.a* 1% (b/v)

$$\% \text{ (b/v)} = \frac{\text{berat zat terlarut (H}_2\text{SO}_4 \text{ } p.a)}{\text{total volume}} \times 100\%$$

dengan :

$$1) \text{ V minyak ampas kopi} = \frac{\text{berat minyak ampas kopi}}{\rho \text{ minyak ampas kopi}}$$

$$\text{V minyak ampas kopi} = \frac{50 \text{ gram}}{0,89 \text{ gram/mL}}$$

$$\text{V minyak ampas kopi} = 56,18 \text{ mL}$$

$$2) \text{ V metanol } p.a = \frac{\text{berat metanol } p.a}{\rho \text{ metanol } p.a}$$

$$\text{V metanol } p.a = \frac{20 \text{ gram}}{0,79 \text{ g/mL}}$$

$$\text{V metanol } p.a = 25,32 \text{ mL}$$

$$3) V \text{ total} = (56,18 + 25,32) \text{ mL} = 81,5 \text{ mL}$$

sehingga :

$$\% \text{ (b/v)} = \frac{\text{berat zat terlarut (H}_2\text{SO}_4 \text{ p.a)}}{\text{total volume}} \times 100\%$$

$$1\% \text{ (b/v)} = \frac{\text{berat zat terlarut (H}_2\text{SO}_4 \text{ p.a)}}{81,5 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$\text{Berat H}_2\text{SO}_4 \text{ p.a} = 0,82 \text{ gram}$$

## 2. Perhitungan reaktan yang dibutuhkan pada reaksi transesterifikasi

a. Mol fasa organik hasil esterifikasi yang digunakan

$$\text{Berat fasa organik yang digunakan} = 25 \text{ gram}$$

$$\text{Berat molekul fasa organik} = 806 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mol fasa organik} = \frac{\text{berat fasa organik}}{\text{berat molekul fasa organik}}$$

$$\text{Mol fasa organik} = \frac{25 \text{ gram}}{806 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}}$$

$$\text{Mol fasa organik} = 0,03 \text{ mol}$$

b. Berat metanol *p.a* yang digunakan

$$\text{Mol fasa organik} : \text{mol metanol} = 1 : 9$$

$$\text{Mol metanol} = \frac{9}{1} \times \text{mol fasa organik}$$

$$\text{Mol metanol} = 9 \times 0,03 \text{ mol}$$

$$\text{Mol metanol} = 0,27 \text{ mol}$$

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

$$\text{Gram metanol} = 0,27 \text{ mol} \times 32 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Gram metanol} = 8,64 \text{ gram}$$

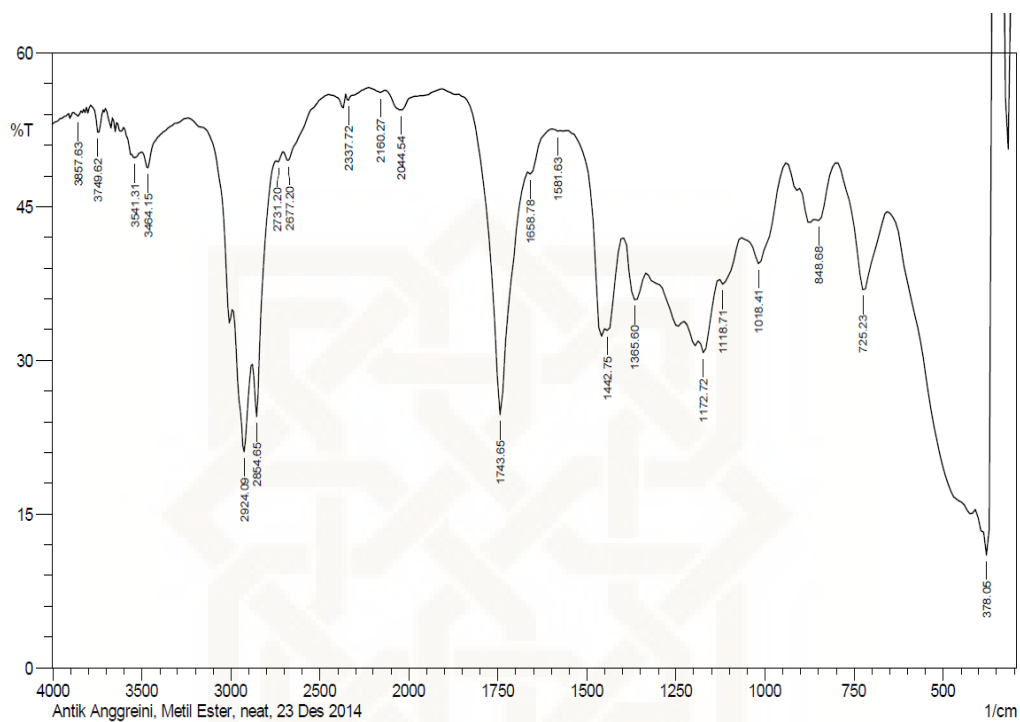
**Lampiran 5. Perhitungan Rendemen Biodiesel dari Minyak Ampas Kopi**

$$\% \text{ berat biodiesel minyak ampas kopi} = \frac{\text{berat biodiesel yang dihasilkan}}{\text{berat fasa organik}} \times 100\%$$

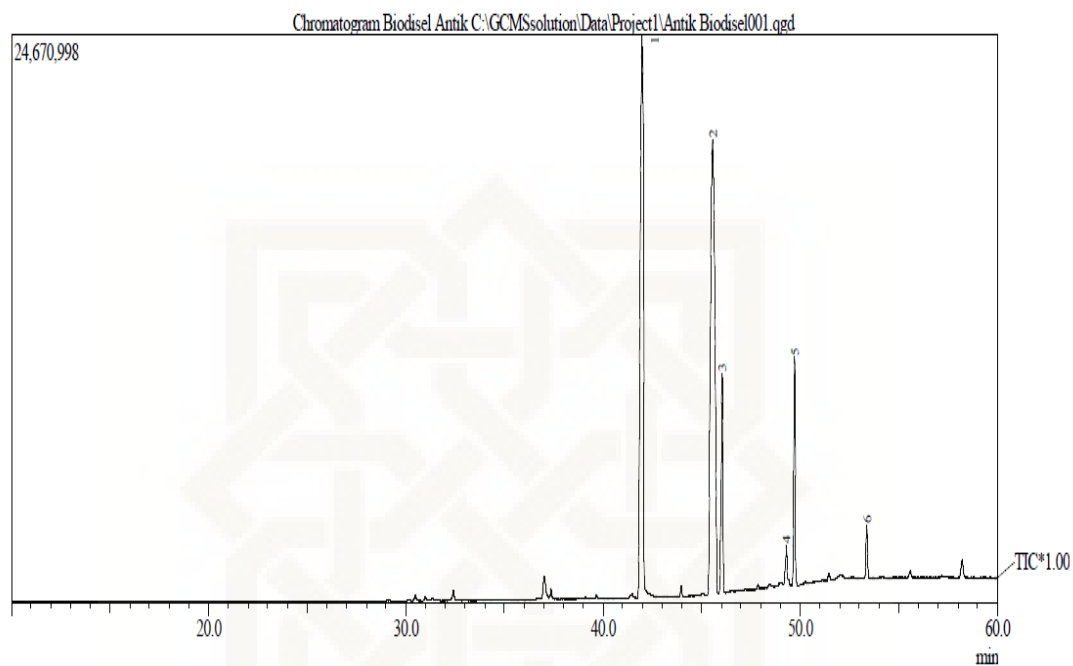
$$\% \text{ berat biodiesel minyak ampas kopi} = \frac{2,89 \text{ gram}}{25 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\% \text{ berat biodiesel minyak ampas kopi} = 11,56\%$$

## Lampiran 6. Spektra Inframerah Senyawa Metil Ester dari Minyak Ampas Kopi



No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	378.05	10.94	150.06	408.91	354.9	32.01	26.55
2	725.23	36.89	9.71	794.67	663.51	49.31	5.73
3	848.68	43.59	0.92	856.39	802.39	17.99	0.24
4	1018.41	39.41	5.27	1064.71	941.26	45.23	3.22
5	1118.71	37.4	1.02	1126.43	1072.42	21.99	0.52
6	1172.72	30.7	1.89	1180.44	1134.14	21.8	0.7
7	1365.6	35.89	4.31	1396.46	1334.74	26.18	1.59
8	1442.75	32.91	1.58	1450.47	1404.18	20.06	0.59
9	1581.63	52.35	0.14	1597.06	1558.48	10.83	0.02
10	1658.78	48.17	0.69	1666.5	1604.77	18.22	0.12
11	1743.65	24.66	26.74	1859.38	1666.5	71.59	16.65
12	2044.54	54.39	1.98	2129.41	1913.39	55.34	1.6
13	2160.27	56.13	0.25	2222	2137.13	21.17	0.08
14	2337.72	55.36	0.7	2353.16	2229.71	31.04	0.24
15	2677.2	49.48	1.33	2700.34	2453.45	67.9	0.57
16	2731.2	49.36	0.44	2746.63	2708.06	11.7	0.07
17	2854.65	24.48	8.61	2877.79	2746.63	54.92	3.05
18	2924.09	21.04	10.43	2985.81	2885.51	58.82	8.88
19	3464.15	48.76	1.94	3495.01	3248.13	70.19	0.5
20	3541.31	49.77	1.43	3595.31	3502.73	27.58	0.72
21	3749.62	52.22	2.44	3780.48	3703.33	20.85	0.6
22	3857.63	53.77	0.47	3880.78	3842.2	10.32	0.07

**Lampiran 7. Kromatogram GC Metil Ester dari Minyak Ampas Kopi**

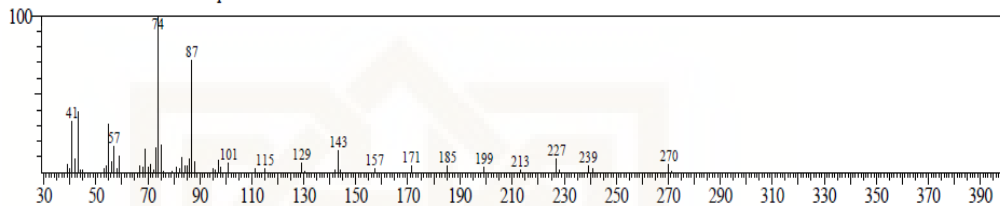
Peak Report TIC

Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Name
1	41.974	41.750	42.183	280313765	39.47	24282305	
2	45.569	45.317	45.842	299512024	42.18	19729964	
3	46.052	45.842	46.183	56963490	8.02	9535898	
4	49.299	49.183	49.392	8180732	1.15	1589885	
5	49.727	49.592	49.867	52490026	7.39	9934335	
6	53.387	53.258	53.517	12651823	1.78	2299114	
				710111860	100.00	67371501	

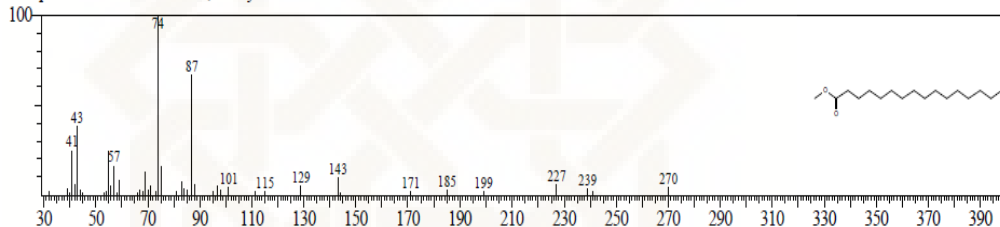
## Lampiran 8. Spektra Massa Senyawa Metil Ester dari Minyak Ampas Kopi

### 1. Metil Palmitat

Line#:1 R.Time:41.975(Scan#:4618) MassPeaks:56  
RawMode:Averaged 41.967-41.983(4617-4619) BasePeak:74.05(4182697)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1

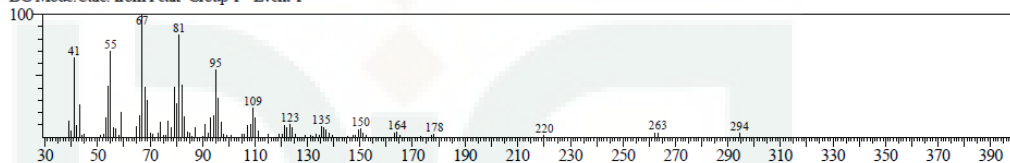


Hit#:1 Entry:9770 Library:NIST12.LIB  
SI:94 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:0  
CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester

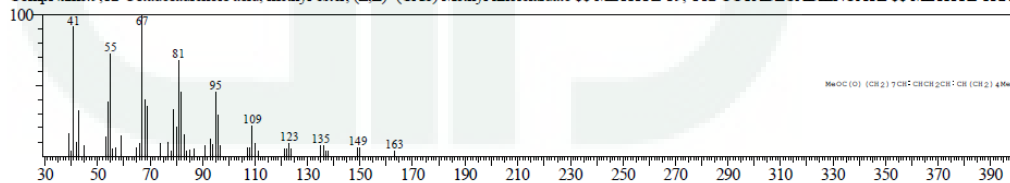


### 2. Metil Linoleat

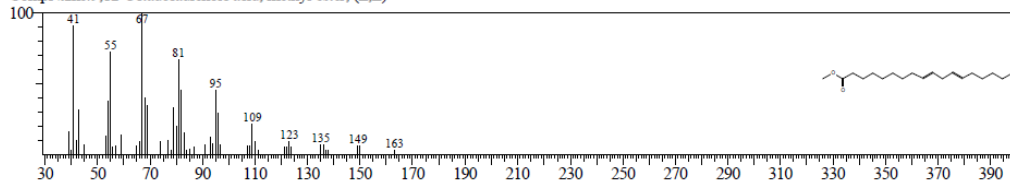
Line#:2 R.Time:45.567(Scan#:5049) MassPeaks:91  
RawMode:Averaged 45.558-45.575(5048-5050) BasePeak:67.10(1669320)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:141517 Library:WILEY229.LIB  
SI:94 Formula:C19H34O2 CAS:2566-97-4 MolWeight:294 RetIndex:0  
CompName:9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)- (CAS) Methyl linoleate \$METHYL T9, T12 OCTADECADIENOATE \$METHYL TRAN

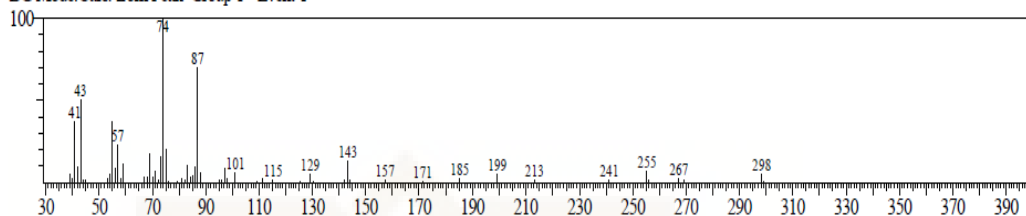


Hit#:2 Entry:10376 Library:NIST12.LIB  
SI:94 Formula:C19H34O2 CAS:2566-97-4 MolWeight:294 RetIndex:0  
CompName:9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)-

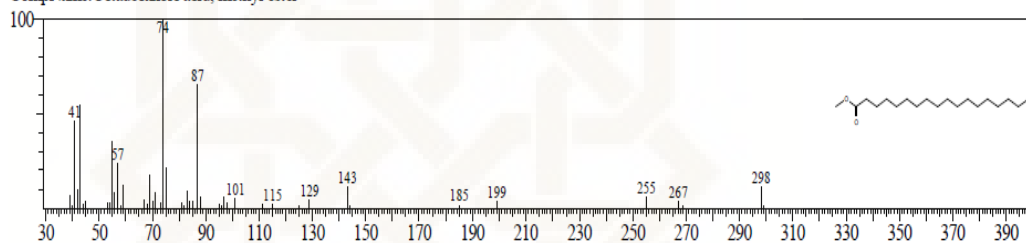


## 3. Metil Stearat

Line# 3 R.Time: 46.050 (Scan#: 5107) MassPeaks: 59  
 RawMode: Averaged 46.042-46.058 (5106-5108) BasePeak: 74.05 (1548743)  
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1

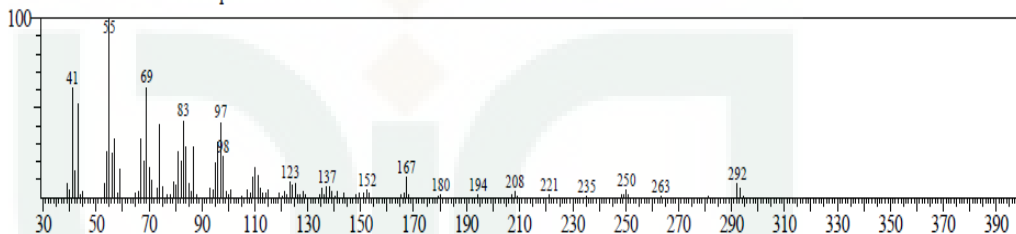


Hit# 1 Entry: 10479 Library: NIST12.LIB  
 SI: 95 Formula: C19H38O2 CAS: 112-61-8 MolWeight: 298 RetIndex: 0  
 CompName: Octadecanoic acid, methyl ester

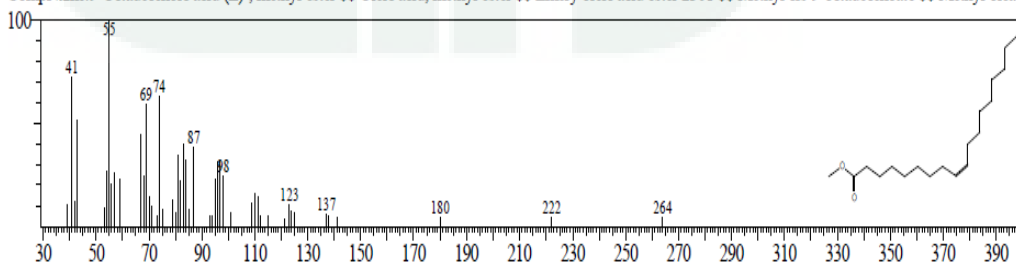


## 4. Metil Oleat

Line# 4 R.Time: 49.300 (Scan#: 5497) MassPeaks: 101  
 RawMode: Averaged 49.292-49.308 (5496-5498) BasePeak: 55.10 (139528)  
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



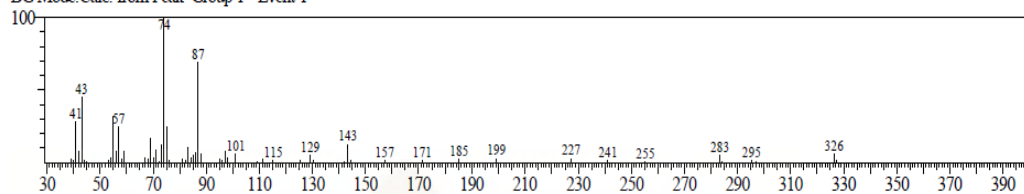
Hit# 1 Entry: 42154 Library: NIST62.LIB  
 SI: 93 Formula: C19H36O2 CAS: 112-62-9 MolWeight: 296 RetIndex: 0  
 CompName: 9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester \$\$ Oleic acid, methyl ester \$\$ Emery oleic acid ester 2301 \$\$ Methyl cis-9-octadecenoate \$\$ Methyl oleate



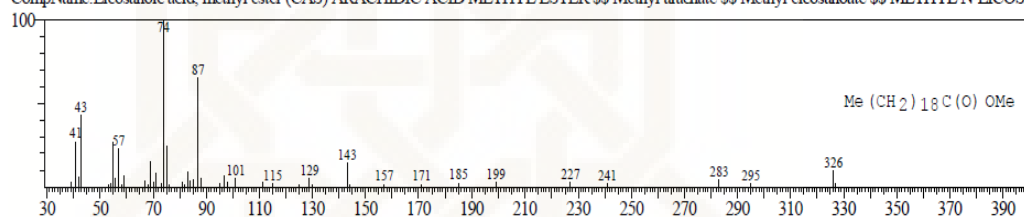


## 5. Metil Arakhidat

Line# 5 R.Time:49.725(Scan#:5548) MassPeaks:59  
 RawMode:Averaged 49.717-49.733(5547-5549) BasePeak:74.10(1747669)  
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1

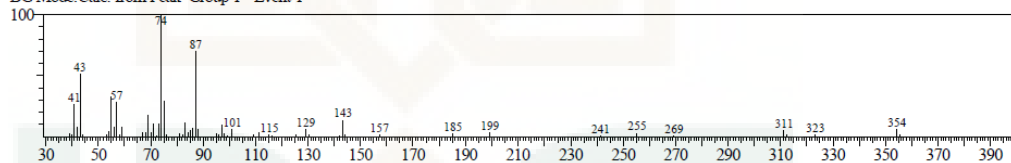


Hit#:1 Entry:161703 Library:WILEY229.LIB  
 SI:96 Formula:C21 H42 O2 CAS:1120-28-1 MolWeight:326 RefIndex:0  
 CompName:Eicosanoic acid, methyl ester (CAS) ARACHIDIC ACID METHYL ESTER \$\$ Methyl arachate \$\$ Methyl eicosanoate \$\$ METHYL N-EICOSA

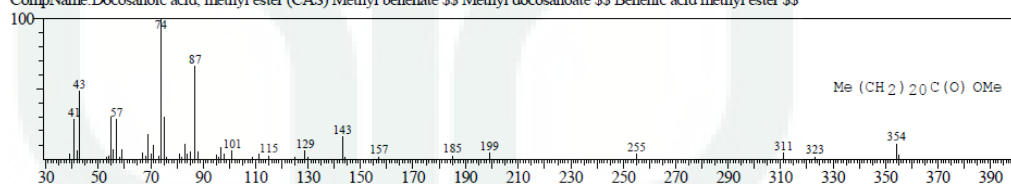


## 6. Metil Behenat

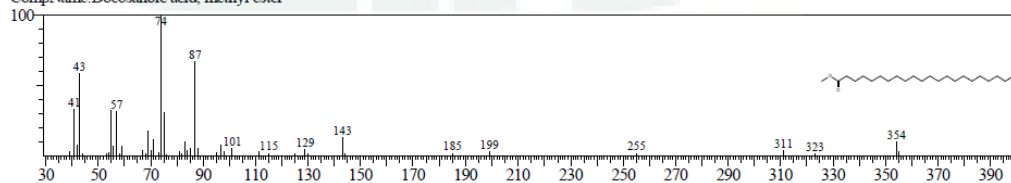
Line# 6 R.Time:53.383(Scan#:5987) MassPeaks:58  
 RawMode:Averaged 53.375-53.392(5986-5988) BasePeak:74.05(387883)  
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:176083 Library:WILEY229.LIB  
 SI:97 Formula:C23 H46 O2 CAS:929-77-1 MolWeight:354 RefIndex:0  
 CompName:Docosanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl behenate \$\$ Methyl docosanoate \$\$ Behenic acid methyl ester \$\$



Hit#:2 Entry:11509 Library:NIST12.LIB  
 SI:96 Formula:C23H46O2 CAS:929-77-1 MolWeight:354 RefIndex:0  
 CompName:Docosanoic acid, methyl ester



### Lampiran 9. Persyaratan Kualitas Biodiesel Menurut SNI-04-782-2006

Parameter dan satuannya	Batas Nilai	Metode Uji	Metode Setara
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 - dalam contoh asli - dalam 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
Angka 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 10. Dokumentasi



Gambar 1. Ampas kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)



Gambar 2. Ekstraksi minyak ampas kopi



Gambar 3. Minyak ampas kopi Arabika (*Coffea arabica*)



Gambar 4. Ekstraksi dan transesterifikasi minyak ampas kopi