

**PENENTUAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS MINYAK BIJI  
RAMBUTAN MELALUI REAKSI ESTERIFIKASI PADA VARIASI  
LAMA WAKTU REAKSI**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas  
Negeri Yogyakarta untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Kimia**



**Oleh:**

**Himawan Seno Aji**

**10307144005**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2015**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Biji Rambutan Melalui Reaksi Esterifikasi Pada Variasi Lama Waktu Reaksi” yang disusun oleh Himawan Seno Aji, NIM 10307144005 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Disetujui pada tanggal



Yogyakarta, 10 2015

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir Skripsi

Program Studi Kimia

Pembimbing Utama

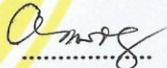
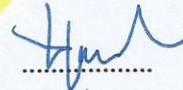
Prof. Dr. Endang Widjajanti, LFX  
NIP. 19621203 198601 2 001

Endang Dwi Siswani, M.T  
NIP. 19541120 198702 2 001

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Biji Rambutan Melalui Reaksi Esterifikasi Pada Variasi Lama Waktu Reaksi” yang disusun oleh Himawan Seno Aji, NIM 10307144005 ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 27 Februari 2015 dan dinyatakan lulus.

### DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Endang Dwi Siswani, M.T NIP. 19541120 198702 2 001	Ketua Penguji		9-3-2015
Prof. Dr. Endang Widjajanti, LFX NIP. 19621203 198601 2 001	Sekretaris		9-3-2015
Susila Kristianingrum, M.Si NIP. 19650814 199001 2 001	Penguji I (Utama)		9-3-2015
Sunarto, M.Si NIP. 19610608 198812 1 001	Penguji II (Pendamping)		9-3-2015

Yogyakarta, 13 Maret 2015

Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam

Dekan,



Dr. Hartono

NIP. 19620329 198702 1 002

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Himawan Seno Aji

Nomor Mahasiswa : 10307144005

Program Studi : Kimia

Fakultas : MIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Judul Penelitian : Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Biji Rambutan Melalui Reaksi Esterifikasi Pada Variasi Lama Waktu Reaksi

Menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya yang tergabung dalam penelitian payung Endang Dwi Siswani, M.T (Nama ketua peneliti) yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Biji Rambutan (*Nephelium lappaceum*) pada Berbagai Suhu Dan Waktu”.

Sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi maupun data yang telah dipublikasikan dan ditulis oleh orang lain dan diterima sebagai persyaratan studi pada universitas atau instansi lain, kecuali pada bagian-bagian yang telah dinyatakan dalam teks.

Tanda tangan dosen penguji yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi ditunda yudisium pada periode berikutnya.

Yogyakarta, 2015

Yang menyatakan,

Himawan Seno Aji

NIM. 10307144005

### **Motto**

“Obstacles are what you see when you take your eye off the goal, giving up is not my style. I just want to do something that worthwhile”

*(Penulis)*

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka, apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap”

*(QS Al Insyirah: 6-8)*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah robil' alamin puji syukur atas nikmat iman dan kesehatan yang telah Allah SWT limpahkan sehingga karya ini dapat terselesaikan dengan baik atas kerjasama dari berbagai pihak. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

- Allah SWT atas segala curahan ilmunya dan nikmat segalanya. Serta para utusannya.
- Orang tua ku Pudjiarto dan Sri Widowati Hariyati yang setia akan proses anaknya.
- Kakak ku Wistiadji Nuriliawati.
- Dosen pembimbing saya Ibu Endang Dwi Siswani.
- Teman sekaligus saudara seperantauan kontrakan (Madex, Aryo, Amin, Yudo, Dono, Markontil) dan lain-lain.
- Novica Arisanty, Vista A, Trisnawati R, Yulia Kurniawati, Indra Hattari, Indra Kurniawan, dan Lulik Ahmad yang dengan tulus membantu dan selalu memberi motivasi.
- Teman-teman prodi Kimia Swadana 2010 yang telah banyak membantu memberi semangat dan serta dorongan atas kelancaran skripsi ini.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi yang berjudul, “Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Biji Rambutan Melalui Reaksi Esterifikasi Pada Variasi Waktu Reaksi”, dengan lancar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains Bidang Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa penyelesaian Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Rochmat Wahab, M.Pd., M.A., selaku Rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Hartono, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Hari Sutrisno, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Ibu Prof. Dr. Endang Widjayanti LFX, selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Negeri Yogyakarta dan Sekertaris Penguji.
5. Ibu Endang Dwi Siswani M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran serta pengarahan sampai penelitian dan penulisan skripsi ini terselesaikan dengan baik.

6. Ibu Susila Kristianingrum, M.Si dan Bapak Sunarto, M.Si selaku penguji yang telah bersedia memberi kritik dan saran sehingga penulis mampu menyempurnakan tugas akhir skripsi.
7. Seluruh Dosen, Staf dan Laboran Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY.
8. Teman-teman Kimia Swadana 2010 yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Penulis berharap semoga apa yang terkandung di dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang memerlukannya. Penulis juga menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Yogyakarta, 2015

Penulis

Himawan Seno Aji

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I.PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Pembatasan Masalah .....	4
D. Perumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II.TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
A. Deskripsi Teori.....	6
1. Pohon Rambutan .....	6
2. Biji rambutan .....	8
3. Ekstraksi.....	10
4. Reaksi Esterifikasi .....	11
5. Asam Lemak Bebas ( <i>Free Fatty Acid</i> ) .....	13
6. Minyak dan Lemak .....	14

7. Analisis GC-MS.....	14
8. Analisis spektrum Infra Merah (IR).....	16
B. Penelitian Yang Relevan.....	18
C. Kerangka Berpikir.....	19
<b>BAB III.METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
A. Subjek dan Objek.....	20
B. Variabel Penelitian.....	20
C. Instrumen Penelitian .....	20
D. Prosedur Kerja .....	21
E. Teknik Analisis Data .....	22
<b>BAB IV.HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
A. Hasil.....	24
1. Data Hasil Ekstraksi Soklet.....	24
2. Data Hasil Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) .....	25
3. Data Hasil GC-MS Minyak Biji Rambutan .....	25
4. Spektrum IR Minyak Biji Rambutan Hasil Esterifikasi.....	26
B. Pembahasan.....	27
1. Tahap Ekstraksi Minyak Biji Rambutan.....	27
2. Tahap Analisis GC-MS.....	29
3. Tahap Esterifikasi .....	30
4. Tahap Analisis Spektrum IR.....	31
5. Tahap Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas .....	32
<b>BAB V.KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>35</b>
A. Kesimpulan .....	35
B. Saran .....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	35
LAMPIRAN.....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar Kandungan Minyak Biji Tanaman.....	9
Tabel 2. Daftar Kolerasi Spektrum Infra Merah .....	18
Tabel 3. Data Hasil Ekstraksi Sokhlet .....	24
Tabel 4. Data Hasil Proses Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas .....	25
Tabel 5. Data Hasil Serapan IR Minyak Biji Rambutan.....	32
Tabel 6. Data Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu Reaksi 30 Menit ....	54
Tabel 7. Data Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu Reaksi 45 Menit ....	56
Tabel 8. Data Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu Reaksi 60 Menit ....	56
Tabel 9. Data Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu Reaksi 90 Menit ....	57
Tabel 10. Data Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu Reaksi 100 Menit	58

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Pohon dan Buah Rambutan .....	6
Gambar 2. Biji Rambutan .....	9
Gambar 3. Alat Ekstraktor Sokhlet .....	10
Gambar 4. Reaksi Esterifikasi .....	12
Gambar 5. Spektrum IR Minyak Biji Rambutan Hasil Esterifikasi .....	26
Gambar 6. Minyak Biji Rambutan .....	29
Gambar 7. Minyak Biji Rambutan Hasil Proses Esterifikasi .....	31
Gambar 8. Hasil Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Pada Berbagai Variasi Waktu Reaksi Esterifikasi .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Mekanisme Reaksi Esterifikasi Menggunakan Katalis Asam (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	38
Lampiran 2. Prosedur Penelitian .....	39
Lampiran 3. Hasil Spektrum GC MS .....	44
Lampiran 4. Hasil Spektrum IR Minyak Biji Rambutan .....	54
Lampiran 5. Analisis Data Kadar Asam Lemak Bebas.....	55
Lampiran 6. Konversi Kadar Asam lemak Bebas Menjadi Angka Asam....	59
Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan .....	60

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Tanpa kita sadari banyak tumbuhan di Indonesia yang mempunyai berbagai macam manfaat. Indonesia sangat kaya akan jenis-jenis tumbuhan. Sekitar 38.000 jenis tumbuhan, dari sekian ribu jenis tumbuhan yang ada, diperkirakan hanya 10% yang telah dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan pangan, tanaman hias, obat-obatan, bahan bangunan, bahan industri, dan sebagainya (Sridianti, 2014: 11). Salah satu tumbuhan yang dapat tumbuh subur di Indonesia adalah pohon rambutan. Rambutan adalah tanaman tropis yang tergolong ke dalam suku lerak-lerakan atau Sapindaceae, berasal dari daerah kepulauan di Asia Tenggara. Di sebagian wilayah Indonesia pohon rambutan dapat kita jumpai terutama di wilayah Yogyakarta dan Magelang hampir setiap rumah mempunyai pohon rambutan. Rambutan termasuk dalam golongan tanaman musiman karena pohon rambutan berbuah pada musim-musim tertentu saja. Rambutan (*Nephelium lappaceum*) merupakan salah satu jenis buah-buahan yang mengandung zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh. Buah rambutan mengandung karbohidrat, protein, lemak, fosfor, besi, kalsium dan vitamin C. Pohon rambutan terdiri dari akar, batang, daun, dan buah. Buah rambutan yang termasuk golongan Sapindaceae sudah lama dikenal oleh masyarakat sebagai salah satu buah-buahan yang banyak ditemukan di pekarangan ataupun tumbuh secara liar di Indonesia.

Bagian dari pohon rambutan yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat adalah bagian batang, daun dan buahnya saja. Sementara itu biji rambutan selama ini belum banyak dimanfaatkan atau belum memiliki nilai komersial. Biji rambutan itu sendiri mengandung lemak dan polifenol. Lemak biji rambutan terdiri dari asam lemak jenuh yaitu arakhidat (34,7%), stearat

(13,8%), erikosenoat (4,2%), dan palmitat (2%), serta asam lemak tak jenuh yaitu oleat (45,3%) (Zee, 1998:14). Biji rambutan mengandung minyak yang lebih tinggi dibandingkan biji manga dan biji jagung. Biji rambutan mengandung minyak sebesar 37,1-38,9 % sedangkan minyak biji mangga mengandung minyak sebesar 6,1-6,8 % dan jagung mengandung minyak sebesar 6,2 % (Augustin and B.C. Chua, 1988:23). Hal ini memberikan harapan mengenai pemanfaatan biji rambutan untuk diolah menjadi minyak nabati atau biodiesel sehingga dapat menjadi solusi pemanfaatan biji rambutan.

Menurut penelitian Nasdy (2011:8) minyak biji rambutan mempunyai kualitas rendah dengan kadar asam lemak bebas yang tinggi yaitu lebih 50%. Pada kondisi demikian minyak biji rambutan akan berbentuk lemak pada suhu ruang. Hal ini sesuai dengan pendapat Freedman, dkk. (1984:132) yang menyatakan bahwa banyaknya kandungan asam lemak bebas dalam reaktan pada proses sintesis biodiesel akan menyebabkan terbentuknya sabun, menurunkan rendemen metil ester, dan mempersulit pemisahan metil ester dari produk sampingnya, yaitu gliserol.

Minyak biji rambutan diperoleh dengan cara ekstraksi sokhlet menggunakan pelarut n-heksan. Pelarut n-heksana dipilih karena harganya yang relatif lebih murah dan memiliki sifat yang sama dengan senyawa akan diambil yaitu non polar, sehingga menjadi alternatif dalam proses ekstraksi. Kesamaan sifat antara minyak biji rambutan dengan n-heksan menyebabkan minyak biji rambutan dapat diekstrak dengan mudah sesuai dengan prinsip *like dissolve like*. (Noviadewi, 2011:1). Sebelum dilakukan tahap esterifikasi, minyak hasil ekstraksi dianalisis jumlah komponen asam lemaknya dan mengetahui massa molekul relatif masing-masing komponennya menggunakan spektrometer GC-MS.

Berdasarkan hasil penelitian Noviadewi (2011) telah diketahui bahwa angka asam minyak biji rambutan cukup tinggi yaitu 11,3245 mgKOH/gram. Oleh karena itu untuk mensintesis metil ester dari minyak biji rambutan diperlukan proses reaksi esterifikasi agar kandungan asam lemak bebas pada

reaktan tidak mengganggu jalannya proses sintesis. Hasil esterifikasi dapat 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 reaksi, kandungan gliserol, dan jenis alkohol yang digunakan (Hikmah dan Zuliana, 2010:78). Katalis yang digunakan dalam reaksi esterifikasi adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) karena merupakan asam kuat dimana proton  $H^+$  dapat tersubstitusi dan berikatan kuat dengan atom oksigen pada karbon karbonil yang memiliki harga keelektronegatifan besar. Perbandingan mol alkohol (metanol) dengan minyak pada saat proses esterifikasi adalah 3:1. Pemilihan metanol pada proses esterifikasi didasarkan pada kereaktifannya, hal tersebut disebabkan karena metanol merupakan senyawa alkohol dengan rantai karbon yang paling pendek. Alkohol dengan rantai karbon yang semakin pendek maka kereaktifannya semakin tinggi. Waktu reaksi yang digunakan dalam proses esterifikasi adalah 30, 45, 60, 90 dan 100 menit. Variasi waktu reaksi esterifikasi digunakan untuk menentukan waktu optimal reaksi dengan kadar asam lemak bebas yang rendah. Minyak hasil esterifikasi ditentukan gugus fungsinya menggunakan spektrometer infra merah (IR) untuk mengetahui apakah minyak sudah mengandung gugus ester atau belum.

Kualitas minyak biji rambutan dapat diketahui dilakukan dengan cara penentuan kadar asam lemak bebas. Kadar asam lemak bebas adalah nilai yang menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak setelah minyak tersebut dihidrolisis (Ketaren, 2005:64). Semakin besar kadar asam lemak bebas dalam minyak, maka kualitas minyak semakin buruk.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian dengan melibatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jalannya reaksi. Salah satu faktor tersebut adalah waktu reaksi. Optimasi pada variasi waktu reaksi dilakukan pada tahap esterifikasi yang bertujuan untuk menghasilkan metil ester dengan kadar asam lemak bebas yang terendah.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah, antara lain:

1. Biji rambutan selama ini belum banyak dimanfaatkan atau belum memiliki nilai komersial.
2. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan minyak nabati.
3. Metode pengambilan minyak dari biji rambutan.
4. Jenis pelarut yang digunakan dalam proses pengambilan minyak biji rambutan.
5. Jenis instrumen yang digunakan untuk mengetahui jumlah komponen, massa molekul relatif masing-masing komponen, serta gugus fungsi senyawa dalam minyak biji rambutan.
6. Jenis alkohol dan katalis dalam proses esterifikasi minyak biji rambutan.
7. Variasi waktu yang digunakan dalam proses esterifikasi.
8. Perbandingan mol alkohol yang digunakan dengan mol minyak pada reaksi esterifikasi.

## **C. Pembatasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Biji rambutan dimanfaatkan sebagai biodiesel sehingga memiliki nilai komersial.
2. Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan minyak nabati adalah biji rambutan. Sampel biji rambutan diperoleh secara acak.
3. Pengambilan minyak dari biji rambutan menggunakan metode ekstraksi sokhlet.
4. Jenis pelarut yang digunakan dalam proses pengambilan minyak dari biji rambutan adalah normal heksana (n-heksana).
5. Instrumen yang digunakan untuk mengetahui jumlah komponen dan massa molekul relatif masing-masing komponen adalah spektrophometer GC-MS, sedangkan jenis instrumen yang digunakan untuk menganalisis gugus

fungsi senyawa dalam minyak biji rambutan adalah spektroskopi infra merah (IR).

6. Jenis alhokol yang digunakan dalam reaksi esterefikasi adalah metanol p.a dengan katalis  $H_2SO_4$ .
7. Waktu reaksi yang digunakan adalah 30, 45, 60, 90, dan 100 menit.
8. Perbandingan mol metanol dengan mol minyak saat reaksi esterifikasi 3: 1.

#### **D. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Berapakah rendemen minyak biji rambutan hasil ekstraksi?
2. Berapakah kadar asam lemak bebas minyak biji rambutan pada variasi waktu reaksi esterifikasi?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui rendemen minyak biji rambutan hasil ekstraksi.
2. Mengetahui kadar asam lemak bebas minyak biji rambutan pada variasi waktu reaksi esterifikasi.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk ilmu pengetahuan secara umum dan ilmu kimia secara khusus, serta memberikan pengetahuan tentang waktu reaksi optimum yang dapat digunakan dalam proses esterifikasi minyak biji rambutan agar dihasilkan minyak biji rambutan dengan kadar asam lemak bebas rendah. Kadar asam lemak bebas yang rendah menunjukkan kualitas minyak yang baik sehingga dapat digunakan untuk biodiesel. Penelitian ini juga berguna memberikan solusi mengenai pemanfaatan limbah biji rambutan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Deskripsi Teori

##### 1. Pohon Rambutan

Rambutan (*Nephelium lappaceum*) banyak ditanam sebagai pohon buah, terkadang ditemukan sebagai tumbuhan liar, terutama di luar Jawa. Rambutan merupakan tanaman dataran rendah hingga ketinggian 300-600 mdpl. Rambutan mampu tumbuh dengan tinggi mencapai 8 m, bercabang-cabang, dan daunnya berwarna hijau. Pohon rambutan merupakan pohon hijau abadi, menyukai suhu tropika hangat (suhu rata-rata 25 derajat Celsius). Pertumbuhan rambutan dipengaruhi oleh ketersediaan air. Setelah masa berbuah selesai, pohon rambutan akan bersemi (flushing) menghasilkan cabang dan daun baru. Tahap ini sangat jelas teramati dengan warna pohon yang hijau muda karena didominasi oleh daun muda. Pertumbuhan ini akan berhenti ketika ketersediaan air terbatas dan tumbuhan beristirahat tumbuh. Gambar pohon dan buah rambutan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pohon dan Buah Rambutan

Klasifikasi tanaman rambutan adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)

Subkingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)  
Super Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji)  
Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)  
Kelas : *Magnoliopsida* (berkeping dua / dikotil)  
Sub Kelas : *Rosidae*  
Ordo : *Sapindales*  
Famili : *Sapindaceae*  
Genus : *Nephelium*

(<http://repository.ipb.ac.id>.)

Pohon rambutan akan menghasilkan bunga setelah berusia 7 tahun jika ditanam dari biji, namun pada usia 2 tahun sudah dapat berbunga jika diperbanyak secara vegetatif. Pohon rambutan terdiri dari dua jenis kelamin yaitu pohon rambutan jantan dan pohon berbiji tunggal. Pohon jantan tidak pernah bisa menghasilkan buah. Pembungaan rambutan dipengaruhi oleh musim atau ketersediaan air. Masa kering tiga bulan menghentikan pertumbuhan vegetatif dan merangsang pembentukan bunga. Di daerah Sumatera bagian utara, yang tidak mengenal musim kemarau rambutan dapat menghasilkan buah dua kali dalam setahun. Di tempat lain, bunga muncul biasanya setelah masa kering 3 bulan (di Jawa dan Kalimantan biasanya pada bulan Oktober dan November).

Bunga majemuk tersusun dalam karangan, dengan ukuran satuan bunga berdiameter 5 cm atau bahkan lebih kecil. Bunga jantan tidak menghasilkan putik. Tumbuhan berbiji tunggal yang baru berbunga biasanya menghasilkan bunga jantan, baru kemudian diikuti dengan bunga dengan alat betina (putik). Bunga (hermafrodit) memiliki benang sari yang fungsional dan memiliki dua bakal buah, meskipun jika terjadi pembuahan hanya satu yang biasanya berkembang hingga matang, sementara yang lainnya tereduksi. Penyerbukan dilakukan oleh berbagai jenis lebah, namun yang paling sering hadir adalah *Trigona*, lebah kecil tanpa sengat berukuran sebesar lalat.

Buah rambutan terbungkus oleh kulit yang memiliki "rambut" di bagian luarnya (eksokarp). Warnanya hijau ketika masih muda, lalu berangsur kuning hingga merah ketika masak/ranum. Endokarp berwarna putih, menutupi "daging". Bagian buah yang dimakan, "daging buah", sebenarnya adalah salut biji atau aril, yang bisa melekat kuat pada kulit terluar biji atau lepas ("rambutan ace"/ngelotok).

Pohon dengan buah masak sangat menarik perhatian karena biasanya rambutan sangat banyak menghasilkan buah. Pohon rambutan banyak dibudidayakan karena dalam buah. Jika pertumbuhan musiman, buah masak pada bulan Maret hingga Mei, dikenal sebagai "musim rambutan". Masanya biasanya bersamaan dengan buah musiman lain, seperti durian dan mangga. <http://bpdas-pemalijratun.dephut.go.id>

## 2. Biji rambutan

Rambutan (*Nephelium sp.*) merupakan buah yang unik karena memiliki rambut pada bagian kulit buah. Warna kulit buah rambutan hijau ketika masih muda, lalu berangsur kuning, hingga merah ketika masak. Buah rambutan memiliki rasa manis dan masam tergantung pada jenis rambutan itu sendiri. Biji rambutan diperoleh dari buah rambutan yang termasuk keluarga *sapindaceae*. Biji rambutan berbentuk elips yang ditutupi oleh daging rambutan yang berwarna putih transparan, kulit biji rambutan tipis berkayu. Buah rambutan merupakan buah musiman ketika tiba musim rambutan muncul beberapa masalah yang ada di masyarakat, diantaranya adalah konsumsi buah rambutan yang banyak mengakibatkan sampah kulit dan biji rambutan yang dihasilkan menjadi banyak. Sampah kulit rambutan tersebut dapat digunakan sebagai pewarna alami tekstil (Danang, 2014:3) sedangkan biji rambutan belum bisa dikelola dengan baik oleh masyarakat sehingga pada saat musim rambutan tiba terjadi penumpukan sampah biji rambutan. Biji rambutan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Biji Rambutan

Biji rambutan berasa pahit, narkotik dan mungkin beracun karena mengandung saponin. Kandungan yang terdapat dalam biji rambutan sangat beragam. Sekitar 37% dari biji rambutan merupakan lemak berwarna putih dan dapat dimakan (*edible*). Lemak biji rambutan terdiri dari asam lemak jenuh yaitu arakhidat (34,7%), stearat (13,8%), erikosenoat (4,2%), dan palmitat (2%), serta asam lemak tak jenuh yaitu oleat (45,3%) (Zee, 1998: 14). Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Suwarso dan Hudiyono (1996) terhadap rambutan diketahui bahwa kandungan lemak dalam biji rambutan berkisar 32,4% - 36,2% dan mengandung asam lemak oleat, arakhidat, stearat, linoleat, palmitat, laurat dan miristat. Tabel 1 menunjukkan kandungan minyak beberapa biji tanaman.

Tabel 1. Kandungan Minyak Biji Tanaman

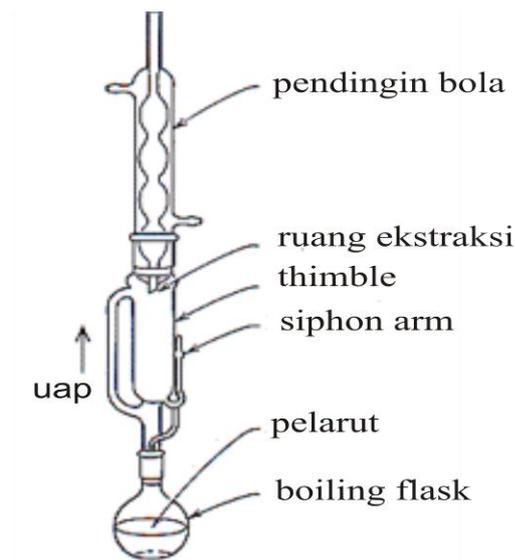
No	Nama Tanaman		Sumber	Kadar Minyak/ Lemak (berat kering)	Edible/ Non Edible
	Tanaman	Latin			
1	Bidaro	Ximenia americana	Inti Biji	49-61	NE
2	Jarak Pagar	Jatropha curcas	Biji	35-45	NE
3	Jagung	Zea mys	Biji	33	NE
4	Karet	Hevea brasiliensis	Biji	40-50	E
5	Kopi Arab	Hibiscus esculentus	Biji	16-22	NE
6	Labu Merah	Cucurbita moshata	Inti Biji	35-38	E
7	Rambutan	Nephelium lappaceum	Inti Biji	35-37	E
8	Rosela	Hibiscua sabdariffa	Biji	17	NE
9	Sirsak	Anmona muricata	Inti Biji	20-30	NE
10	Sirkaya	Anmona squamosa	Biji	15-30	E

(Sudarmadji, 1998:23)

### 3. Ekstraksi

Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan cara mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati maupun hewani dengan menggunakan pelarut organik yang sesuai (Depkes RI, 1995:5). Pemilihan pelarut organik yang akan dipakai dalam proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: karakteristik zat yang akan diekstrak, biaya, dan masalah lingkungan (Raaman, 2006:91). Ekstraksi sokhlet merupakan bagian dari ekstraksi. Ekstraksi merupakan suatu cara yang digunakan untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak (Murdijati, Pudji Hastuti S, dan Suprayitno, 2007:25).

Minyak biji rambutan diambil dari biji rambutan dengan cara ekstraksi sokhlet menggunakan pelarut n-heksan. Alat yang dibutuhkan adalah ekstraktor sokhlet. Rangkaian alat ekstraktor sokhlet dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alat Ekstraktor Sokhlet

Prinsip kerja ekstraksi sokhlet adalah pelarut dipanaskan untuk direfluks. Uap pelarut berjalan ke pendingin dan mengalir ke *thimble* zat padat. Pendingin bola berfungsi untuk mendinginkan pelarut yang berbentuk uap kemudian uap berubah menjadi cairan, setelah itu cairan tersebut

mengalir menuju chamber. Chamber berisi material padat, perlahan-lahan dipenuhi pelarut hangat. Beberapa senyawa yang dibutuhkan akan larut pada pelarut yang hangat. Ketika chamber sokhlet hampir penuh, chamber secara otomatis kosong, kemudian pelarut turun kembali ke labu distilasi. Siklus ini dapat terulang beberapa waktu.

Bahan yang akan diekstraksi diiris halus atau ditumbuk kemudian dibungkus kertas saring dan dimasukkan ke dalam ekstraktor sokhlet. Sokhlet dihubungkan dengan labu yang berisi pelarut dan kemudian dipanaskan. Bila pelarut mendidih uap pelarut naik ke pendingin kemudian uap mengembun dan turun masuk ke dalam alat sokhlet dan akan melarutkan zat yang diinginkan. Bila pelarut dalam alat sokhlet telah memenuhi pipa cabang alat sokhlet, maka larutan akan mengalir ke bawah masuk lagi ke dalam labu, demikian seterusnya. Satu kali perputaran pelarut disebut satu sirkulasi. Pemanasan dilakukan sampai terlihat larutan di dalam sokhlet semakin bening, biasanya pemanasan dilakukan selama 2-5 jam. Setelah proses ekstraksi selesai larutan yang tertampung di dalam labu dipisahkan untuk mendapatkan senyawa yang diinginkan. (Sri Handayani, dkk, 2010: 23)

#### **4. Reaksi Esterifikasi**

Reaksi esterifikasi adalah suatu reaksi antara asam karboksilat dan alkohol yang membentuk senyawa ester. Ester asam karboksilat merupakan suatu senyawa yang mengandung gugus  $-COOR$  dengan  $-R$  berupa alkil. Reaksi esterifikasi dapat dikatalisis menggunakan asam seperti asam klorida (HCl), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), atau  $BF_3$ -metanol (Fessenden dan Fessenden, 1986:56).

Faktor utama yang mempengaruhi reaksi esterifikasi adalah halangan sterik dalam alkohol dan asam karboksilat. Kekuatan asam dari asam karboksilat hanya berpengaruh kecil dalam laju pembentukan ester. Semakin besar reaktifitas alkohol atau asam karboksilat maka semakin mudah reaksi esterifikasi berlangsung (Fessenden dan Fessenden, 1986:55).

Reaktifitas alkohol terhadap esterifikasi:

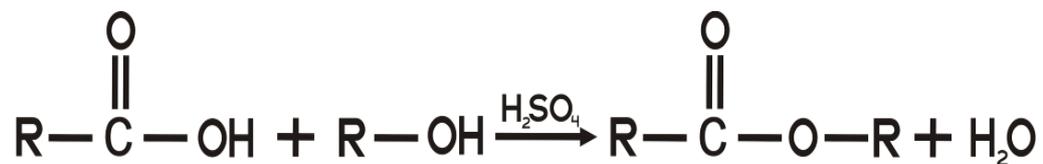
**primer > sekunder > tersier**

Reaktivitas asam karboksilat terhadap esterifikasi:



Reaksi esterifikasi bersifat reversible. Untuk menghasilkan rendemen yang tinggi dari ester itu, maka kesetimbangan harus digeser ke arah sisi ester. Teknik yang digunakan untuk mencapai ini adalah menggunakan salah satu zat pereaksi yang murah secara berlebihan, seperti alkohol (Fessenden dan Fessenden, 1986:34).

Tahap esterifikasi merupakan proses pendahuluan untuk mengubah asam lemak bebas menjadi metil ester sehingga mengurangi kadar asam lemak bebas dalam minyak nabati (Sudrajat *et. al.* 2005:4). Proses esterifikasi dengan katalis asam diperlukan apabila minyak nabati mengandung asam lemak bebas di atas 5%. Minyak nabati dengan kandungan asam lemak bebas yang tinggi apabila langsung dilakukan reaksi transesterifikasi, maka akan bereaksi dengan katalis dan membentuk sabun sehingga dapat menghambat proses pemisahan gliserol dari metil ester (Hambali *et. al.*, 2008:7). Reaksi esterifikasi asam karboksilat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Reaksi Esterifikasi

Darshono dan Oktari (2010:28), menyebutkan bahwa reaksi esterifikasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Waktu Reaksi

Hasil yang besar pada konversi asam lemak bebas dapat terjadi jika lama waktu reaksi semakin lama, karena kemungkinan kontak antara zat semakin besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka bertambahnya waktu reaksi tidak akan mempengaruhi peningkatan metil ester karena waktu yang digunakan untuk bereaksi telah optimal.

b. Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Adanya pengaruh pengadukan akan menyebabkan tumbukan antar partikel semakin besar sehingga harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar pula.

Katalisator adalah zat yang ditambahkan dalam reaksi dengan jumlah kecil untuk mempercepat tercapainya kesetimbangan, dan terbentuk kembali pada akhir reaksi. Pada reaksi esterifikasi yang sudah dilakukan konsentrasi katalis  $H_2SO_4$  yang digunakan adalah 25 berat campuran pereaksi.

c. Temperatur Reaksi

Semakin tinggi temperatur yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius. Bila temperatur meningkat maka harga konstanta kecepatan reaksi juga semakin besar sehingga reaksi berjalan lebih cepat dan hasil konversi semakin besar.

5. Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*)

Asam lemak bebas adalah asam lemak yang terpisahkan dari trigliserida, digliserida, monogliserida dan gliserin bebas. Asam lemak bebas sangat jarang ditemukan di alam, apabila ada, mungkin terjadi karena pemanasan dan terdapatnya air sehingga terjadi proses hidrolisis, selain itu oksidasi juga dapat meningkatkan kadar asam lemak bebas dalam minyak nabati (Ketaren, 2005:12)

Kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak nabati dapat menjadi salah satu parameter penentu kualitas minyak tersebut. Besarnya asam lemak bebas dalam minyak ditunjukkan dengan nilai angka asam. Angka asam yang tinggi mengindikasikan bahwa asam lemak bebas yang ada di dalam minyak nabati juga tinggi sehingga kualitas minyak justru semakin rendah (Winarno, 2004 : 64). Persamaan yang digunakan untuk menentukan kadar FFA adalah:

$$\%FFA = \frac{ml\ KOH \times N\ KOH \times BM\ Asam\ Lemak}{berat\ sampel\ (gram) \times 1000} \times 100\%$$

Hubungan kadar asam lemak bebas dengan angka asam yaitu:

$$\text{Angka Asam} = \frac{BM\ KOH}{BM\ Asam\ Lemak\ Bebas/10} \times \%FFA$$

## 6. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak secara kimiawi menurut Lehninger (1982:34) adalah trigliserida atau triasilgliserol yang merupakan bagian terbesar dari kelompok lipid. Trigliserida merupakan suatu ester yang diperoleh melalui reaksi antara gliserol (alkohol) dengan tiga molekul asam lemak (asam karboksilat). Trigliserida terdapat dalam berbagai jenis, tergantung pada identitas dan letak ketiga komponen asam lemak yang terikat dengan ikatan ester gliserol. Senyawa yang mengandung tiga asam lemak yang pada ketiga posisi disebut trigliserida sederhana, sedangkan trigliserida yang mengandung dua atau lebih asam lemak berbeda disebut trigliserida campuran.

Trigliserida dapat berbentuk padat atau cair (Ketaren, 2005:45). Perbedaan suatu minyak dan suatu lemak terletak pada sifat fisiknya yaitu pada temperatur kamar lemak berbentuk padat atau endapan sedangkan minyak berbentuk cair. Sebagian besar gliserida pada hewan berupa lemak, sedangkan gliserida pada tumbuhan cenderung berbentuk minyak (Fessenden dan Fessenden, 1986: 103). Jumlah rantai karbon dan perbedaan jumlah kandungan asam lemak jenuh mengakibatkan adanya perbedaan bentuk fisik antara minyak dan lemak. Menurut Ketaren (2005: 34), sebagian besar minyak nabati berbentuk cair karena mengandung sejumlah asam tidak jenuh, yaitu asam oleat, linoleat, atau asam linoleat dengan titik leleh yang rendah. Lemak hewani pada umumnya berbentuk padat pada temperatur kamar karena banyak mengandung asam lemak jenuh, misalnya asam palmitat dan stearate yang mempunyai titik leleh yang lebih tinggi.

## 7. Analisis GC-MS

Kromatografi merupakan suatu metode pemisahan senyawa untuk mendapatkan senyawa murni dari senyawa campuran. Metode pemisahan didasarkan pada perbedaan distribusi (migrasi) zat dalam dua fasa yang

berbeda yaitu fasa diam dan fasa gerak. Fasa diam dalam metode pemisahan ini berupa padatan atau cairan yang tertapis (*perolated*) pada padatan pendukung (*solid support*), sedangkan untuk fase gerak adalah zat cair atau dapat berupa gas.

Kromatografi gas-spektrofotometri massa adalah kombinasi dari dua teknik analisis yang sangat baik. Kromatografi gas memisahkan komponen dari campuran dalam waktu tertentu dan spektrofotometri massa menghasilkan informasi yang membantu dalam identifikasi struktur masing-masing komponen serta untuk mengetahui massa molekul relatif ( $M_r$ ) dari setiap puncak kromatogram (Kitson et al, 1996: 3). Mekanisme kerja kromatografi gas merupakan satu sistem yang terdiri dari tangki gas pembawa yang bertekanan tinggi, lubang suntik cuplikan campuran yang dipisahkan (lubang injeksi), kolom serta detektor yang berfungsi untuk meneteksi jenis maupun jumlah komponen dan hasil pemisahan dianalisis oleh spektrometer massa. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi sampel campuran dari beberapa komponen. Puncak-puncak kromatogram memberikan informasi jumlah komponen yang ada dalam sampel dan spektra dari spektrometer massa memberikan kunci-kunci penting dalam proses identifikasi (Hendayana, 2006:38).

Prinsip instrumen kromatografi gas-spektrometri massa adalah menguapkan senyawa organik dan mengionkan uapnya dalam spektrometer, molekul-molekul organik ditembak dengan berkas elektron dan diubah menjadi ion-ion yang bermuatan positif (ion molekul) yang dapat dipecah menjadi ion-ion lebih kecil. Molekul organik mengalami proses pelepasan satu elektron menghasilkan ion radikal yang mengandung satu elektron tidak berpasangan. Ion-ion radikal ini kemudian akan dipisahkan dalam medan magnet akan menimbulkan arus ion pada kolektor yang sebanding dengan limpahan relatifnya. Spektra massa merupakan gambar antara limpahan relatif lawan perbandingan massa/muatan ( $m/z$ ) (Suryani: 2005: 27)

Cara penyajian yang jelas dari puncak-puncak utama dapat diperoleh dengan membuat harga massa/muatan ( $m/z$ ) terhadap kelimpahan relatif.

Kelimpahan tersebut disebut puncak dasar (base peak) dari spektra dan dinyatakan sebagai 100%. Puncak-puncak lain mempunyai harga relatif terhadap puncak dasar. Dengan data tersebut dapat diperkirakan bagaimana struktur molekul senyawa yang dianalisis. Kromatografi gas-spektrometer massa ini biasa digunakan untuk analisis kualitatif senyawa organik yang pada umumnya bersifat dapat diuapkan. Campuran terdiri dari metil ester minyak nabati yang dapat dianalisis menggunakan gas-spektrometer karena memiliki kriteria tersebut. Pemisahan yang dihasilkan dari setiap jenis senyawa yang dianalisis bersifat khas untuk setiap senyawa (Suryani, 2005:20).

#### **8. Analisis spektrum Infra Merah (IR)**

Hampir semua senyawa yang memiliki ikatan kovalen akan menyerap berbagai frekuensi radiasi elektromagnetik dalam daerah spektrum infra merah daerah spektrum elektromagnetik infra merah mempunyai panjang gelombang yang lebih tinggi dari pada panjang gelombang sinar tampak, yang terletak pada panjang gelombang 400 nm hingga 800 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). Bagian vibrasi daerah infra merah merupakan bagian yang menjadi titik perhatian dan pengamatan. Daerah ini terletak pada panjang gelombang antara  $2,5 \mu$  dan  $15 \mu$  ( $1 \mu = 1 \text{ mikron} = 10^{-6} \text{ m}$ ). Spektrometer infra merah berkaitan erat antara interaksi molekul dengan radiasi infra merah dan bukan dengan berkas elektron berenergi tinggi.

Pemanfaatan spektrometer inframerah dalam penentuan struktur organik terkait adanya getaran atau osilasi pada ikatan kovalen dalam molekul organik. Bila molekul menyerap radiasi inframerah, energi tersebut menyebabkan kenaikan amplitudo getaran atom-atom yang terikat itu. Jadi molekul akan berada dalam keadaan vibrasi tereksitasi. Panjang gelombang dari absorpsi oleh suatu tipe ikatan tertentu bergantung pada jenis getaran dari ikatan tersebut (Fessenden dan Fessenden, 1986: 38).

Setiap molekul dengan molekul lain tidak mempunyai struktur serapan inframerah atau spektrum inframerah yang sama sehingga setiap tipe ikatan yang berbeda mempunyai sifat frekuensi vibrasi yang berbeda pula. Hal

tersebut terjadi karena tipe ikatan yang sama dalam dua senyawa berbeda akan tetap terletak dalam lingkungan yang berbeda (Sastrohamidjojo, 1992: 29).

Alat yang dapat menentukan serapan suatu senyawa disebut spektrofotometer inframerah. Spektrofotometer inframerah menentukan kekuatan dan kedudukan relatif dari semua serapan dalam inframerah dan menggambarannya dalam ketaf grafik yang telah dikalibrasi. Gambar yang menyatakan intensitas serapan terhadap bilangan gelombang dan panjang gelombang disebut spektrum inframerah.

Spektrofotometer inframerah terdiri dari beberapa komponen yaitu sumber cahaya, monokromator dan detektor. Dasar kerja dari spektrometer IR adalah ketika cahaya dari sumber dilewatkan melalui cuplikan, dipecah menjadi frekuensi-frekuensi individunya dalam monokromator dan intensitas relatif dari frekuensi individu diukur oleh detektor (Sastrohamidjojo, 1992:67).

Hasil yang diperoleh dari spektrometer inframerah adalah informasi mengenai jenis gugus fungsional yang ada pada suatu senyawa yang tidak dikenal. Serapan tipe ikatan (N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-O, C=C, dan sebagainya) hanya diperoleh dalam bagian-bagian kecil tertentu dari daerah vibrasi inframerah. Kisaran serapan yang kecil dapat digunakan untuk memperoleh setiap tipe ikatan (Sastrohamidjojo, 1992:75).

Cara penanganan cuplikan yang akan dianalisis secara spectrometer IR tergantung dari jenis cuplikan yang akan diinjeksikan yaitu apakah berbentuk padat, cair maupun gas. Hal yang paling penting dalam analisis menggunakan spectrometer IR adalah mencatat spektrum dengan cara-cara penanganan cuplikan yang sesuai.

Informasi tentang struktur dari senyawa organik dapat dilakukan melalui intepretasi spektrum infra merah menggunakan tabel korelasi infra merah yang memuat informasi tempat gugus fungsional menyerap sinar seperti yang disajikan dalam Tabel 1, (Hardjono Sastromidjojo, 1991: 99).

Tabel 1. Daftar Korelasi Spektrum Infra Merah

Jenis Vibrasi	Frekuensi ( $\text{cm}^{-1}$ )	Panjang Gelombang ( $\mu$ )
C = O		
Aldehida	1740 – 1720	5,75 – 5,81
Keton	1725 – 1705	5,80 – 5,87
Jenis Vibrasi	Frekuensi ( $\text{cm}^{-1}$ )	Panjang Gelombang ( $\mu$ )
Asam Karboksilat	1725 – 1700	5,80 – 5,88
Ester	1750 – 1730	5,71 – 5,78
C – O ( Aldehida, Ester, Eter, Asam Karboksilat )	1300 – 1000	7,69 – 10,0
C – H Alkana	3000 – 2850	3,33 – 3,51
-CH <sub>3</sub>	1450 – 1375	6,90 – 7,27
-CH <sub>2</sub>	1465	6,83
Alkena	3100 – 3000	3,23 – 3,33
C = C Alkena	1680 – 1600	5,95 – 6,25
Aromatik	1600 – 1475	6,25 – 6,78

## B. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Nun Nani Rachmah (2012) yaitu optimasi waktu esterifikasi dan transesterifikasi pada sintesis metil ester dari minyak biji ketapang, menunjukkan bahwa sintesis metil ester dari minyak biji ketapang dilakukan dalam dua tahap yaitu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Waktu optimum reaksi esterifikasi tercapai pada waktu 60 menit dengan kadar asam lemak bebas (% FFA) sebesar 0.91 %. Waktu optimum reaksi transesterifikasi tercapai pada waktu 120 menit yang menghasilkan metil ester sebesar 18,23 %.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Rahmiyati Kasim (2012) mengenai esterifikasi asam lemak bebas pada campuran asam oleat dan minyak sawit murni menggunakan *microwave*. Prosedur pelaksanaan diawali dengan penyiapan bahan baku yaitu campuran 75% minyak sawit murni dan 25% asam oleat. Selanjutnya campuran tersebut dianalisis kandungan asam lemak bebasnya (FFA). Tahap berikutnya yaitu reaksi esterifikasi. Kondisi esterifikasi yang digunakan yaitu katalis  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5% FFA, konsentrasi methanol 225% FFA dengan kondisi *microwave* yang diatur pada frekuensi 10% dengan perlakuan lama radiasi (1,3,5,7,dan 10 menit). Hasil yang diperoleh

pada penelitian ini adalah esterifikasi menggunakan *microwave* dapat menurunkan FFA bahan baku dari 23,47% menjadi sekitar 3,45%– 3,60% dengan konversi FFA berkisar 84,66% sampai dengan 85,30%.

### C. Kerangka Berpikir

Rambutan merupakan tanaman tropis yang berasal dari Asia Tenggara yang sampai saat ini hanya dimanfaatkan daging buahnya saja untuk dikonsumsi, sedangkan biji rambutan belum memiliki nilai ekonomis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, biji rambutan dapat menghasilkan minyak dengan rendemen  $\pm 37\%$  dari berat kering. Minyak yang dihasilkan dari biji rambutan diteliti waktu reaksi esterifikasi yang optimum untuk menghasilkan metil ester dengan kadar asam lemak bebas yang paling rendah.

Melalui proses sintesis, minyak biji rambutan dapat di ekstrak dari bijinya. Minyak biji rambutan hasil ekstraksi memiliki kualitas yang rendah. Peningkatan kualitas minyak biji rambutan dapat dilakukan dengan cara penentuan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) melalui reaksi esterifikasi dengan katalis  $H_2SO_4$  pada waktu reaksi tertentu. Banyaknya kadar asam lemak bebas yang tinggi pada minyak biji rambutan menunjukkan bahwa minyak tersebut memiliki kualitas yang rendah. Waktu reaksi esterifikasi minyak biji rambutan diyakini dapat menurunkan kadar asam lemak bebas dan memperbaiki kualitas minyak yang dihasilkan, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai variasi waktu reaksi esterifikasi dalam penentuan kadar asam lemak bebas.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Subjek dan Objek

##### 1. Subjek

Subjek dari penelitian ini adalah minyak biji rambutan hasil ekstraksi sokhlet.

##### 2. Objek

Objek penelitian ini adalah kadar asam lemak bebas minyak biji rambutan pada variasi lama waktu reaksi esterifikasi.

#### B. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah: Waktu proses reaksi esterifikasi bervariasi; 30, 45, 60, 90 dan 100 menit.

2. Variabel kendali dalam penelitian ini adalah: Perbandingan minyak: metanol adalah 3:1 dengan konsentrasi katalis 2%-b/v pada suhu 50<sup>0</sup>C.

3. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu:

- a. Kadar asam lemak bebas pada masing-masing waktu reaksi esterifikasi.
- b. Spektrum GC-MS
- c. Spektrum IR.

#### C. Instrumen Penelitian

1. Alat yang digunakan:

- a. Seperangkat ekstraktor sokhlet
- b. Seperangkat *evaporator buchii*
- c. Spektrophotometer FTIR Avatar
- d. Spectrophotometer GC-MS
- e. Timbangan Analitik HF 3000
- f. Seperangkat alat refluks
- g. Erlenmeyer
- h. Mikro Buret
- i. Pipet Tetes
- j. Spatula

- k. Oven
  - l. Blender
  - m. Mantel Penangas
  - n. Termometer
  - o. Stopwatch
  - p. Kompor Listrik
  - q. Stirrer
  - r. Batang Magnetik
  - s. Corong Pisah
2. Bahan yang digunakan:
- a. Biji rambutan
  - b. Normal Heksana
  - c. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2%
  - d. Metanol p.a
  - e. pH indikator
  - f. KOH 0,1%
  - g. Indikator PP
  - h. Kertas Saring

#### **D. Prosedur Kerja**

##### **1. Preparasi Biji Rambutan**

Biji rambutan yang diperoleh dari buah rambutan di wilayah Kabupaten Sleman dan Kabupaten Magelang dicuci hingga bersih kemudian biji rambutan tersebut dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama 5 hari. Biji yang sudah dijemur kemudian dioven pada suhu 100<sup>0</sup>C selama 3 jam untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa untuk selanjutnya dihaluskan menggunakan blender sampai terbentuk serbuk biji rambutan.

##### **2. Reaksi Ekstraksi**

- a. Sampel serbuk biji rambutan kering ditimbang sebanyak 50 gram kemudian dibungkus menggunakan kertas saring.
- b. Sampel tersebut dimasukkan ke dalam selongsong ekstraktor sokhlet.

- c. Pelarut n-heksana dituang ke dalam labu bulat leher satu sebanyak 400ml.
- d. Seperangkat ekstraktor sokhlet dipasang kemudian sampel diekstrak selama 3 jam.
- e. Hasil ekstraksi adalah larutan campuran antara minyak biji rambutan dengan pelarut n-heksana.
- f. Larutan campuran hasil ekstraksi dipisahkan menggunakan evaporator *buchii* sehingga didapatkan minyak biji rambutan yang bebas pelarut.

### **3. Reaksi Esterifikasi**

- a. Sebanyak 6 gram minyak biji rambutan dimasukkan ke dalam labu leher tiga dalam seperangkat alat refluks. Minyak biji rambutan tersebut kemudian dipanaskan hingga suhu 50°C.
- b. Larutan antara metanol dengan asam sulfat dibuat dengan cara mencampur 2,17 gram metanol p.a dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 2%-b/v.
- c. Larutan campuran metanol dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ditambahkan dalam minyak biji rambutan tetes demi tetes, diaduk menggunakan magnetik stirer selama 45 menit dan suhu dipertahankan tetap 50°C.
- d. Hasil reaksi esterifikasi membentuk larutan campuran antara minyak (di atas) dan air (di bawah). Larutan campuran kemudian dipisahkan dengan cara sentrifugasi.
- e. Mengulangi langkah kerja di atas dengan variasi waktu reaksi 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 100 menit.

## **E. Teknik Analisis Data**

### **1. Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas**

- a. Sebanyak 2 gram minyak biji rambutan hasil esterifikasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah 5 ml metanol netral panas (40°C).
- b. Campuran minyak dan metanol tersebut dipanaskan selama 20 menit atau sampai kedua larutan tersebut tercampur baik.
- c. Larutan didinginkan kemudian ditambahkan 2 tetes indikator fenolftalein (PP).
- d. Larutan dititrasi menggunakan KOH 0,1 N sampai warna larutan menjadi merah muda.

## **2. Analisis GC-MS**

- a. Menyiapkan 1 ml sampel minyak biji rambutan hasil ekstraksi.
- b. Menganalisis sampel menggunakan spektrometer GC-MS.

## **3. Analisis IR**

- a. Menyiapkan 1 ml sampel minyak biji rambutan hasil esterifikasi.
- b. Menganalisis sampel menggunakan spektrometer IR.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

##### 1. Data Hasil Ekstraksi Sokhlet

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekstraksi sokhlet untuk mengambil minyak biji rambutan dari biji rambutan yang telah melalui proses pengeringan dan proses penghalusan. 100 gram biji rambutan yang telah kering dan berbentuk serbuk diekstraksi menggunakan pelarut n-heksana selama 3 jam. Hasil ekstraksi kemudian dipisahkan dengan menggunakan evaporator untuk memperoleh minyak biji rambutan yang telah bebas dari pelarutnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Ekstraksi Sokhlet

No.	Massa Biji Rambutan (gram)	Massa Minyak Biji Rambutan (gram)	Rendemen (%)
1	100	34,46	34,46
2	100	30,11	30,11
3	100	32,32	32,32
4	100	31,96	31,96
5	100	33,01	33,01
6	100	30,52	30,52
7	100	31,58	31,58
8	100	34,01	34,01
9	100	28,91	28,91
10	100	30,68	30,68
Rata-Rata Rendemen Hasil Ekstraksi			31,75

## 2. Data Hasil Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Reaksi esterifikasi minyak biji rambutan dilakukan pada suhu 50°C dengan konsentrasi katalis 2%-b/v menggunakan metanol pada perbandingan mol metanol dengan mol minyak biji rambutan adalah 3:1. Proses esterifikasi minyak biji rambutan bertujuan untuk mengurangi kadar asam lemak bebas yang terdapat pada minyak biji rambutan. Variasi lama reaksi esterifikasi yang digunakan adalah 30, 45, 60, 90 dan 100 menit. Minyak hasil esterifikasi dititrasi menggunakan KOH 0,1 N hingga larutan berubah warna menjadi merah muda. Proses penentuan kadar asam lemak bebas dilakukan dengan tiga kali pengulangan (triplo). Data hasil penentuan kadar asam lemak bebas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas

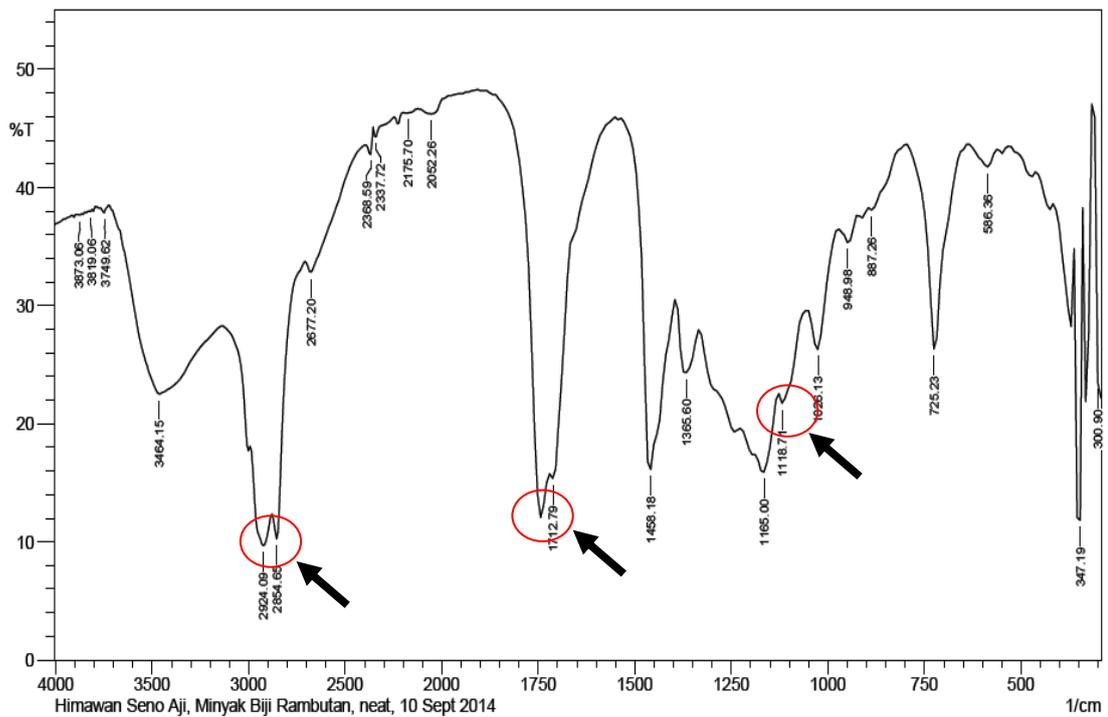
No.	Waktu Reaksi Esterifikasi (menit)	% Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)				Angka Asam
		Ulang 1	Ulang 2	Ulang 3	Rerata	
1	30	25,3	22,64	28,86	25,6	48,52
2	45	3,25	6,06	4,14	4,48	8,5
3	60	1,22	2,06	1,05	1,4	2,33
4	90	13,02	11,11	12,13	12,08	22,91
5	100	14,94	17,02	18,35	16,77	31,78

## 3. Data Hasil GC-MS Minyak Biji Rambutan

Minyak biji rambutan hasil sintesis dianalisis menggunakan spektrophotometer GC-MS guna mengetahui jumlah komponen yang terdapat dalam minyak biji rambutan serta massa molekul relatif-nya. Spektrum hasil analisis GC-MS dapat dilihat pada Lampiran 3

#### 4. Spektrum IR Minyak Biji Rambutan Hasil Esterifikasi

Minyak biji rambutan hasil esterifikasi dianalisis gugus fungsinya menggunakan spektrometer IR. Hasil analisis menunjukkan adanya senyawa ester dalam sampel. Senyawa ester memiliki gugus fungsi R' – C(O) – OR'' dimana R' dan R'' merupakan alkil atau aril. Spektrum FTIR minyak biji rambutan dapat dilihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Spektrum IR Minyak Biji Rambutan Hasil Esterifikasi

Dari spektrum IR tersebut dapat diketahui serapan tajam yang menunjukkan bahwa sampel adalah senyawa ester dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Serapan IR Minyak Biji Rambutan

Serapan (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi
1026,13	C-O
1712, 79	C=O
2924,15 & 2854,65	C-H alifatik

## **B. Pembahasan**

### **1. Hasil Ekstraksi Minyak Biji Rambutan**

Dasar semua prosedur ekstraksi dideskripsikan dengan hukum distribusi Nernst. Suatu unsur didistribusikan antara dua pelarut yang tidak saling bercampur sehingga rasio konsentrasi (angka banding) pada kedua pelarut adalah tetap pada suhu konstan (Fajriati *et. al.*, 2010:8). Hal tersebut menjadi dasar pemilihan metode ekstraksi minyak biji rambutan agar diperoleh rendemen minyak yang maksimum.

Ekstraksi yang digunakan untuk memperoleh minyak biji rambutan adalah ekstraksi padat cair. Terdapat tiga metode dalam ekstraksi padat cair, yaitu metode maserasi, sokhletasi, dan perkolasi. Jenis metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode sokhletasi karena senyawa yang akan diambil bersifat stabil walaupun terkena pemanasan sehingga tidak akan bermasalah pada senyawa aktif yang dimungkinkan ada dalam sampel. Kelebihan dari proses ekstraksi ini adalah proses ekstraksi dilakukan dengan jumlah pelarut yang dibutuhkan relatif sedikit (Sarker *et al.*, 2006:5).

Pembuatan minyak biji rambutan yang akan diturunkan kadar asam lemak bebasnya berasal dari biji rambutan hasil dari sampah rumah tangga yang diperoleh secara acak di wilayah Kabupaten Magelang, Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kabupaten Sleman. Biji rambutan yang diperoleh dari sampah rumah tangga tersebut pertama-tama dicuci hingga bersih dari kotoran dan daging buah yang masih menempel kemudian biji rambutan yang sudah bersih dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama lima hari untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam biji rambutan. Proses selanjutnya, biji rambutan yang telah berkurang kadar airnya kemudian dihaluskan menggunakan blender, proses ini bertujuan untuk memperluas permukaan biji atau bidang kontak biji rambutan dengan pelarut pada saat proses ekstraksi. Biji rambutan yang telah halus kemudian dimasukan ke dalam oven untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa di dalam biji rambutan. Serbuk biji rambutan yang sudah tidak mengandung kadar air ditimbang sebanyak 100 gram dan dibungkus menggunakan kertas saring

kemudian dimasukkan ke dalam selongsong ekstraktor sohklet. Tujuan pembungkusan serbuk biji rambutan menggunakan kertas saring adalah untuk menjaga agar serbuk biji rambutan tidak terbawa oleh pelarut pada saat proses ekstraksi. Sohklet yang digunakan dalam proses ekstraksi ini mempunyai kapasitas 2 liter dengan berat solute 50 gram.

Proses ekstraksi sohklet dilakukan selama 3 jam atau kurang lebih 50 kali sirkulasi pada suhu 70°-80°C, menggunakan pelarut n-heksana sebagai solven. Satu sirkulasi pada proses ekstraksi sohklet ditandai dengan ruang ekstraksi yang terisi solven hingga solven tersebut turun. Pemilihan pelarut dalam ekstraksi padat cair berpengaruh pada hasil yang diharapkan. Pelarut yang digunakan harus memiliki sifat yang sama dengan senyawa yang akan diekstrak. Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi padat cair ini adalah n-heksana, karena harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan pelarut yang lain, dan pelarut n-heksana juga memiliki sifat yang sama dengan senyawa yang akan diambil yaitu non polar sehingga menjadi alternatif dalam proses ekstraksi. Kesamaan sifat antara minyak dengan n-heksana tersebut menyebabkan minyak biji rambutan dapat dengan mudah diekstrak. Hal ini sesuai dengan prinsip *like dissolve like*. Hasil ekstraksi yang diperoleh berupa campuran antara ekstrak biji rambutan dan pelarut n-heksana. Minyak biji rambutan yang masih bercampur dengan solven kemudian dipisahkan dengan cara evaporasi menggunakan alat *evaporator buchii*. Volume minyak biji rambutan yang diperlukan dalam penelitian ini sebanyak 500 ml, sehingga proses sohkletasi dilakukan sebanyak 15 kali untuk memperoleh volume minyak biji rambutan tersebut. Rendemen minyak biji rambutan hasil ekstraksi dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Minyak Biji Rambutan yang Dihasilkan}}{\text{Massa Serbuk Biji Rambutan yang Digunakan}} \times 100\%$$

Rata-rata rendemen hasil ekstraksi minyak biji rambutan yang diperoleh sebesar 31,75%.

Minyak biji rambutan hasil pemisahan dengan pelarut menggunakan metode evaporasi akan membentuk lemak pada suhu ruang, hal ini dikarenakan minyak biji rambutan mengandung lemak *non edible* sehingga dimungkinkan memiliki kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) yang tinggi. Asam lemak bebas merupakan asam lemak yang berada sebagai asam lemak bebas dan tidak terikat sebagai trigliserida. Minyak nabati dengan kandungan asam lemak bebas lebih dari 2% memiliki kualitas minyak yang rendah sehingga tidak dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk lain seperti biodiesel. Kandungan asam lemak bebas dalam minyak biji rambutan harus diturunkan dengan cara penurunan kadar asam lemak bebas minyak biji rambutan guna menghasilkan minyak biji rambutan yang memiliki kualitas lebih baik. Gambar minyak biji rambutan hasil sintesis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Minyak Biji Rambutan

## 2. Hasil Analisis GC-MS

Tahap analisis menggunakan Gas Kromatografi (GC) dilakukan untuk mengetahui jumlah komponen yang terdapat di dalam minyak biji rambutan sedangkan spektroskopi massa (MS) digunakan untuk mengetahui massa molekul relatif masing-masing komponen yang terdapat dalam minyak biji rambutan. Dari uji GC-MS yang telah dilakukan, minyak biji rambutan mengandung 8 komponen senyawa. Masing-masing senyawa memiliki nilai massa molekul relatif sebesar 126, 270, 256, 296, 298, dan 326. Massa molekul relatif yang memiliki nilai kemiripan tertinggi (SI) adalah 97 dengan

massa molekul relatif 296. Senyawa yang terkandung dalam minyak biji rambutan memiliki formula  $C_{19}H_{36}O_2$  dengan nama komponen metil 9-oktadenoat. Nilai kemiripan tertinggi kedua dengan SI (Similitary Index) sebesar 96 nilai massa molekul relatif 296, 282, dan 326. Ketiga senyawa tersebut memiliki formula berturut-turut adalah  $C_{19}H_{36}O_2$ ,  $C_{18}H_{34}O_2$ , dan  $C_{21}H_{42}O_2$ .

### 3. Hasil Esterifikasi

Metode yang digunakan pada tahap esterifikasi adalah refluks dengan metanol sebagai alkohol dan asam kuat  $H_2SO_4$  sebagai katalis. Pemilihan metanol dalam tahap esterifikasi didasarkan pada kereaktifannya, karena metanol merupakan jenis alkohol yang paling reaktif dibandingkan dengan alkohol primer, sekunder dan tersier. Hal tersebut disebabkan karena metanol merupakan senyawa alkohol dengan rantai karbon yang paling pendek. Alkohol dengan rantai karbon yang semakin pendek maka kereaktifannya semakin tinggi. Semakin kuat kereaktifan alkohol maka laju pembentukan ester juga meningkat (Fessenden dan Fessenden, 1986:89)

Tahap esterifikasi dilakukan untuk mengurangi kandungan asam lemak bebas yang terdapat di dalam minyak biji rambutan. Perlakuan yang digunakan dalam tahap esterifikasi adalah variasi waktu reaksi yaitu selama 30, 45, 60, 90 dan 100 menit. Tahapan yang pertama dalam proses esterifikasi adalah menimbang minyak biji rambutan sebanyak 6 gram kemudian menempatkannya pada labu leher tiga. Suhu yang digunakan dalam reaksi ini adalah  $50^{\circ}C$  dengan konsentrasi katalis 2%-b dengan perbandingan mol metanol: mol minyak sebesar 3: 1. Apabila sampel minyak biji rambutan yang direfluks sebesar 6 gram maka metanol yang digunakan sebesar 2 gram. Perbandingan mol minyak dan metanol tersebut diperoleh dari perhitungan perbandingan mol metanol dengan metil-9 oktadenoat yang merupakan senyawa paling banyak terdapat pada minyak biji rambutan. Variasi waktu dalam reaksi etrifikasi bertujuan untuk mengetahui waktu reaksi esterifikasi optimal yang dapat digunakan untuk menurunkan

kandungan asam lemak bebas dalam minyak biji rambutan sampai dibawah 2%.

Hasil dari tahap reaksi esterifikasi minyak biji rambutan pada berbagai variasi waktu reaksi berupa minyak biji rambutan yang mengandung gugus ester (yang terikat secara trigliserida) dan air. Trigliserida yang dihasilkan dari minyak biji rambutan berpenampakan seperti minyak goreng bekas berwarna merah kecoklatan dan tidak lagi berbentuk lemak (Gambar 6). Campuran antara minyak dan air dipisahkan dengan cara sentrifugasi. Air hasil tahap esterifikasi merupakan residu yang tidak digunakan dalam proses selanjutnya. Gambar minyak biji rambutan hasil proses esterifikasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Minyak Biji Rambutan Hasil Proses Esterifikasi

#### 4. Hasil Analisis Spektrum IR

Senyawa yang diharapkan pada analisis ini adalah senyawa ester yang memiliki gugus fungsi  $R-C(O)-OR$ . Dari hasil spektrometer IR minyak biji rambutan dilihat pada Gambar 5 serapan tajam pada daerah  $1712,79\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karbonil  $C=O$  yang merupakan gugus bawaan dari ester. Hal ini juga diperkuat dengan adanya serapan pada daerah  $1026,13\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan ikatan  $C-O$  dari gugus ester. Serapan tajam pada daerah  $2924,15\text{ \& }2854,65\text{ cm}^{-1}$  adalah serapan dari gugus  $C-H$  alifatik. Kesimpulan dari analisis spektrum IR adalah minyak biji rambutan hasil esterifikasi merupakan senyawa ester rantai panjang dengan gugus  $C-H$  alifatik.

## 5. Hasil Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas

Minyak biji rambutan hasil esterifikasi ditimbang sebanyak 2 gram kemudian ditempatkan dalam erlenmeyer dan ditambah 5 ml metanol kemudian dipanaskan. Alkohol yang digunakan dalam proses ini harus dalam keadaan netral agar tidak mempengaruhi kesetimbangan. Apabila alkohol tidak dalam keadaan netral, maka reaksi kesetimbangan akan bergeser kearah kanan (kelebihan asam) atau kiri (kelebihan basa). Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran tingkat keasaman pada alkohol yang digunakan yaitu metanol. Proses pemanasan sampel minyak biji rambutan yang ditambahkan metanol netral dilakukan selama 8 menit pada suhu 40°C. Larutan minyak biji rambutan dan metanol tersebut didinginkan hingga suhu ruang kemudian ditambahkan 2 tetes indikator PP. Larutan dititrasikan menggunakan KOH 0,1 N dan dihitung volume KOH yang digunakan untuk menitrasi larutan hingga terjadi perubahan warna larutan dari kuning menjadi merah muda.

Data hasil proses penentuan kadar asam lemak bebas yang diperoleh adalah jumlah volume KOH yang dipakai pada proses titrasi. Untuk menghitung kadar asam lemak bebas (%FFA) pada minyak biji rambutan digunakan persamaan:

$$\%FFA = \frac{ml\ KOH \times N\ KOH \times BM\ Asam\ Lemak}{berat\ sampel\ (gram) \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

ml KOH = Jumlah volume KOH

N KOH = Molaritas KOH yang digunakan

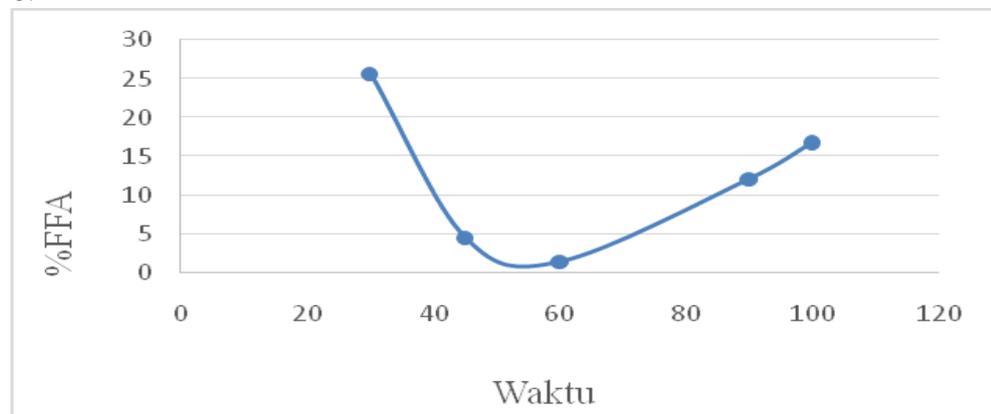
BM Asam Lemak = Berat Molekul Asam Lemak

Hasil perhitungan kadar asam lemak bebas (%FFA) dikonversi dalam bilangan asam dengan persamaan berikut:

$$Angka\ Asam = \frac{BM\ KOH}{BM\ Asam\ Lemak\ Bebas / 10} \times \%FFA$$

Dengan: BM KOH = Berat Molekul KOH  
 BM Asam Lemak Bebas = Berat Molekul Asam Lemak Bebas  
 Dibagi 10 = karena jenis asam lemak dalam minyak rambutan campuran

Perubahan kadar asam lemak bebas selama proses reaksi esterifikasi berlangsung menunjukkan adanya reaksi antara asam lemak bebas dengan metanol untuk menghasilkan metil ester. Semakin rendah kadar asam lemak bebasnya semakin banyak metil ester yang terbentuk dari asam lemak bebas minyak biji rambutan. Hasil analisis kadar asam lemak bebas pada berbagai variasi waktu reaksi esterifikasi ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Pada Berbagai Variasi Waktu Reaksi Esterifikasi

Proses analisis kadar asam lemak bebas dimulai dari waktu reaksi selama 30 menit. Hal tersebut dilakukan agar reagen-reagen bereaksi hingga terbentuk campuran yang homogen. Berdasarkan gambar diatas diperoleh bahwa waktu optimum reaksi esterifikasi adalah 60 menit dengan kadar asam lemak bebas (%FFA) sebesar 1,4%

Setiap molekul yang bergerak memiliki energi kinetik dalam suatu reaksi kimia. Semakin cepat gerakannya semakin besar energi kinetiknya, maka frekuensi molekul-molekul bertumbukan juga semakin besar, sehingga dapat memutuskan beberapa ikatan kimia yang merupakan langkah awal pembentukan produk (Chang, 2005:27).

Chang (2005:29) juga menyatakan bahwa untuk mengawali reaksi kimia, maka diperlukan energi kinetik yang besarnya dapat melampaui energi aktivasi. Oleh karena itu, proses reaksi dilakukan dalam sistem refluks agar diperoleh energi kinetik dari pemanasan refluks. Energi yang dihasilkan dari pemanasan refluks tersebut yang akan berperan untuk meningkatkan energi kinetik molekul agar dapat mencapai energi aktivasi.

Freedman dkk (1984:68) menyatakan bahwa semakin lama waktu reaksi berlangsung, maka semakin banyak produk yang terbentuk, akan tetapi apabila kesetimbangan reaksi telah tercapai, tambahan waktu reaksi tidak lagi mempengaruhi pada peningkatan metil ester.

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa selama waktu reaksi 30 hingga 60 menit, kadar asam lemak bebas semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa produk metil ester dari asam lemak bebas dapat terbentuk dengan baik. Hasil analisis juga menunjukkan setelah waktu reaksi 60 menit kadar asam lemak bebas justru meningkat. Peningkatan kadar asam lemak bebas ini terjadi akibat terbentuknya kembali asam lemak bebas setelah waktu reaksi 60 menit. Ini berarti bahwa waktu reaksi optimum pembentukan metil ester dari minyak biji rambutan adalah 60 menit.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

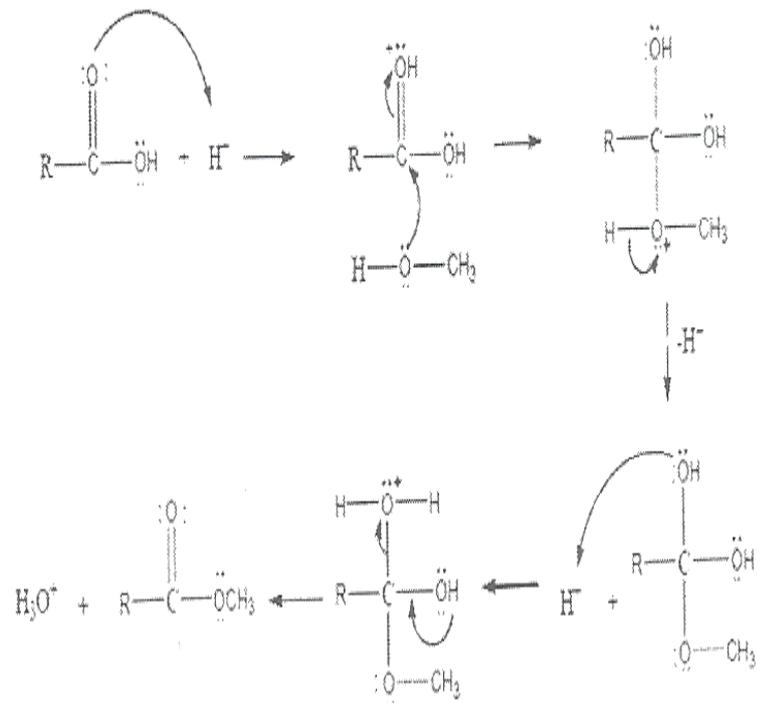
1. Rendemen minyak biji rambutan adalah 31,75%
2. Kadar asam lemak bebas yang dihasilkan pada variasi waktu 30, 45, 60, 90, dan 100 menit berturut-turut adalah sebagai berikut: 25,6; 4,48; 1,4; 12,08; dan 16,77%

#### **B. Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada analisis menggunakan GC-MS terhadap minyak hasil esterifikasi sehingga dapat diketahui asam-asam yang hilang setelah reaksi esterifikasi.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan minyak biji rambutan sangat diperlukan untuk meningkatkan nilai ekonomi minyak biji rambutan menjadi biodiesel.

Lampiran 1

Mekanisme Reaksi Esterifikasi Menggunakan Katalis Asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )



## Prosedur Penelitian

### 1. Preparasi Sampel

Mencuci dan membersihkan biji rambutan dari sisa daging yang menempel.

Menjemur biji rambutan dibawah sinar matahari selama 2 hari.

Menghaluskan biji rambutan yang sudah kering kemudian dioven.

### 2. Ekstraksi Sokhlet

Menimbang 50 gram serbuk biji rambutan.

Membungkus serbuk biji rambutan menggunakan kertas saring.

Memasukkan bungkus serbuk biji rambutan dalam selongsong

Mengisi labu ekstraksi menggunakan pelarut normal heksana.

Melakukan proses ekstraksi selama 3 jam.

Memisahkan hasil ekstraksi menggunakan *evaporator buchii*.

### 3. Spektroskopi GC-MS

Menyiapkan sampel minyak biji rambutan sebanyak 1 ml.



Menganalisa menggunakan spektrofotometer GC-MS

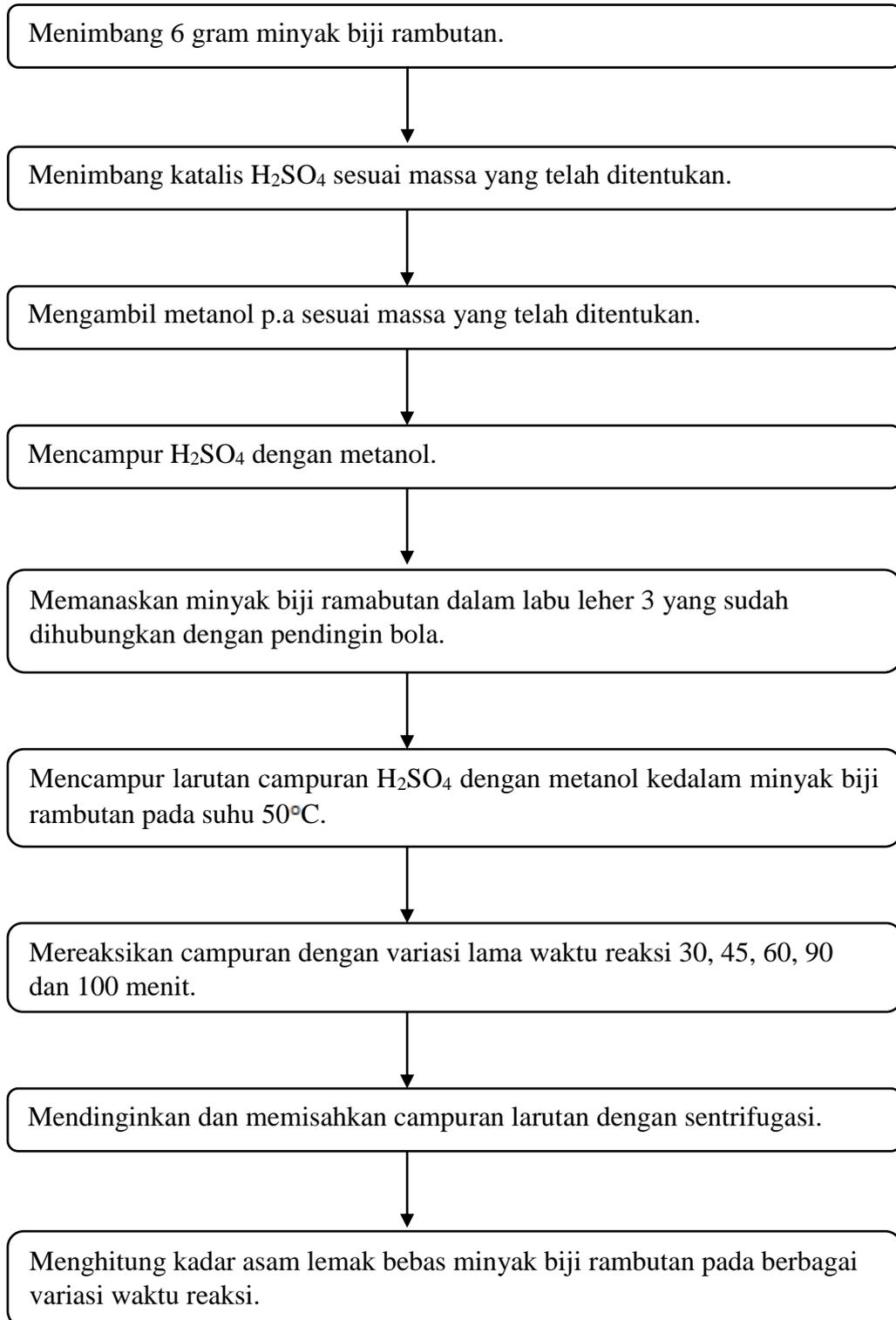
### 4. Spektroskopi Infra Merah

Menyiapkan sampel minyak biji rambutan hasil esterifikasi sebanyak 1 ml

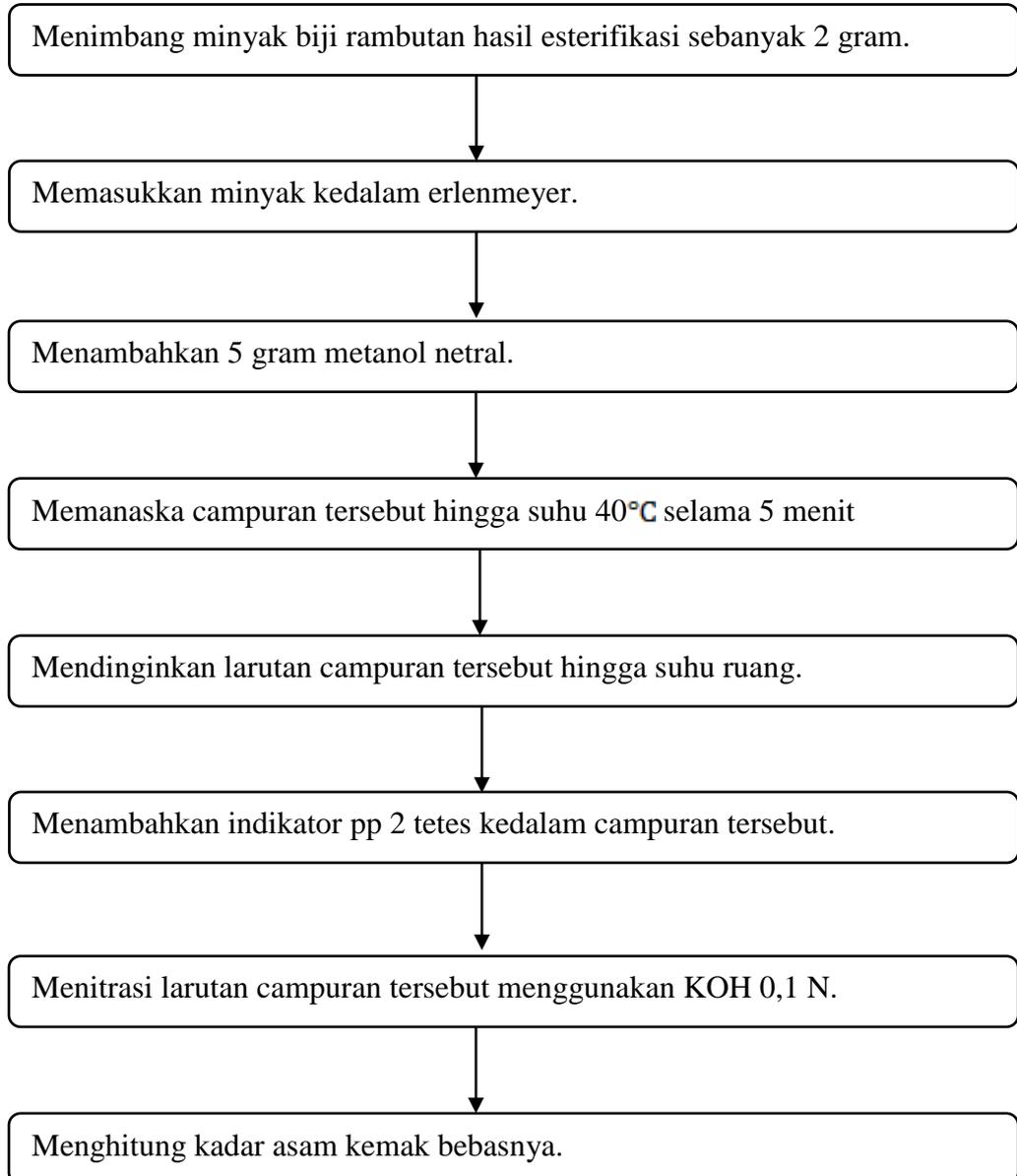


Menganalisa sampel menggunakan spektroskopi IR

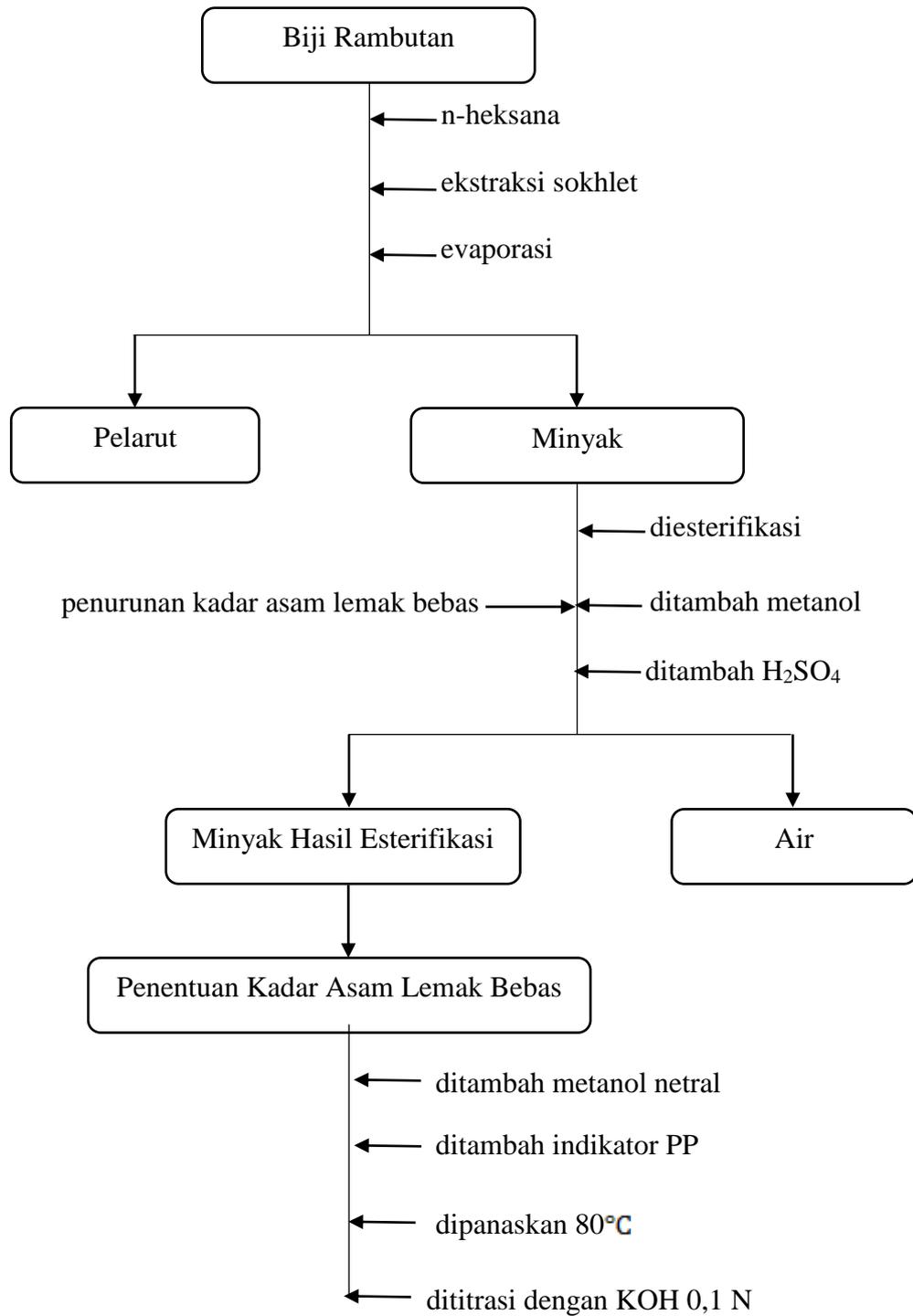
## 5. Esterifikasi



6. Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Biji Rambutan



## 7. Kerangka Kerja



## Lampiran 3

### Hasil Spektrum GC-MS

E:\MEI 2013\Herlinda Biodisel.qgd

12/3/21



Lab Kimia Organik FMIPA - UGM

GCMS-QP2010S SHIMADZU  
Kolom : AGENT1%W DB-1  
Panjang : 30 meter  
ID : 0.25 mm  
Gas pembawa : Helium  
Pengionan : EI  
70 Ev

#### Method

[Comment]

==== Analytical Line 1 ====

[GC-2010]  
Column Oven Temp. : 70.0 °C  
Injection Temp. : 310.00 °C  
Injection Mode : Split  
Flow Control Mode : Pressure  
Pressure : 12.5 kPa  
Total Flow : 39.2 mL/min  
Column Flow : 0.49 mL/min  
Linear Velocity : 25.7 cm/sec  
Purge Flow : 3.0 mL/min  
Split Ratio : 73.0  
High Pressure Injection : OFF  
Carrier Gas Saver : OFF  
Splitter Hold : OFF  
Oven Temp. Program

Rate	Temperature(°C)	Hold Time(min)
-	70.0	5.00
10.00	300.0	32.00

< Ready Check Heat Unit >  
Column Oven : Yes  
SPL1 : Yes  
MS : No  
< Ready Check Detector(FID) >  
< Ready Check Baseline Drift >  
< Ready Check Injection Flow >  
SPL1 Carrier : Yes  
SPL1 Purge : Yes  
< Ready Check APC Flow >  
< Ready Check Detector APC Flow >  
External Wait : No  
Equilibrium Time : 1.0 min

[GC Program]

[GCMS-QP2010]  
IonSourceTemp : 250.00 °C  
Interface Temp. : 305.00 °C  
Solvent Cut Time : 3.00 min  
Detector Gain Mode : Relative  
Detector Gain : +0.00 kV  
Threshold : 0

[MS Table]

-Group 1 - Event 1--  
Start Time : 3.20min  
End Time : 60.00min  
ACQ Mode : Scan  
Event Time : 0.50sec  
Scan Speed : 1250  
Start m/z : 28.00  
End m/z : 600.00

Sample Inlet Unit : GC

[MS Program]

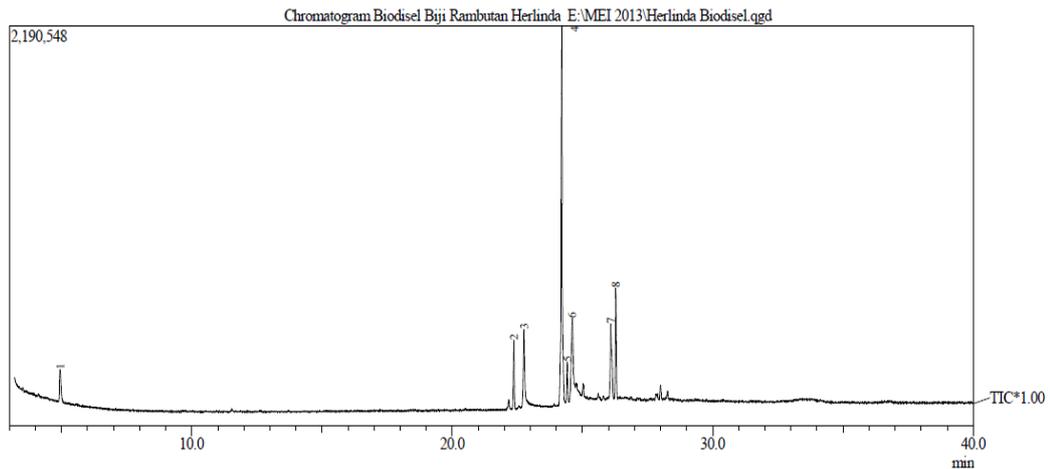
Use MS Program : OFF



Lab Kimia Organik FMIPA - UGM

## Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Sample Name : Biodisel Biji Rambutan Herlinda  
 Sample ID : 11.13.12.1  
 Data File : E:\MEI 2013\Herlinda Biodisel.qgd  
 Method File : E:\MEI 2013\biodisel Baru.qgm  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System1\Tune1\28 11 2013.qgt

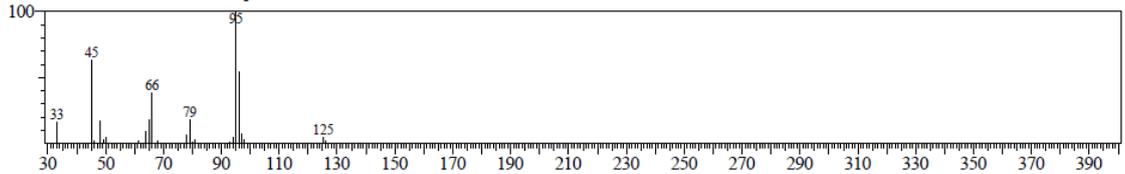


Peak Report TIC						
Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height Name
1	4.949	4.900	5.058	663892	4.19	173110
2	22.367	22.317	22.425	928419	5.86	372899
3	22.755	22.675	22.850	1440539	9.09	404461
4	24.204	24.100	24.325	7078431	44.67	2063879
5	24.410	24.325	24.467	561759	3.55	219695
6	24.609	24.492	24.700	1988287	12.55	403477
7	26.089	26.025	26.200	1615230	10.19	399688
8	26.282	26.225	26.358	1569345	9.90	602325
				15845902	100.00	4639534

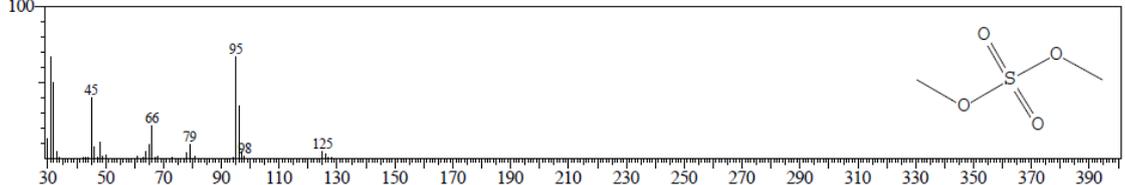
Library

<< Target >>

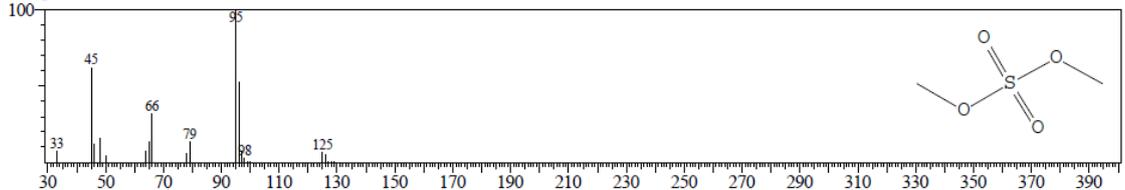
Line# 1 R.Time:4.950(Scan#:211) MassPeaks:23  
RawMode:Averaged 4.942-4.958(210-212) BasePeak:95.00(19054)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



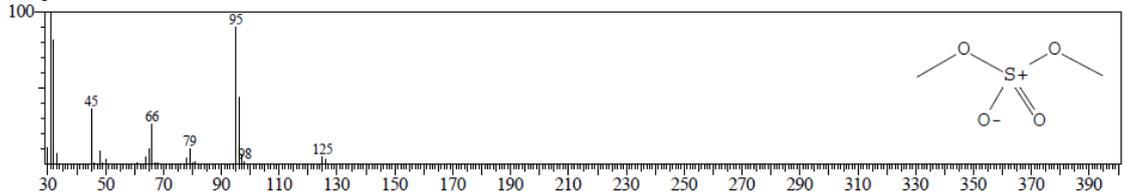
Hit#1 Entry:19480 Library:WILEY8.LIB  
SI:95 Formula:C2H6O4S CAS:77-78-1 MolWeight:126 RetIndex:0  
CompName:SULFURIC ACID, DIMETHYL ESTER \$\$ AI3-52118 \$\$ BRN 0635994 \$\$ CCRIS 265 \$\$ DIMETHOXY SULFONE \$\$ DIMETHYL MON



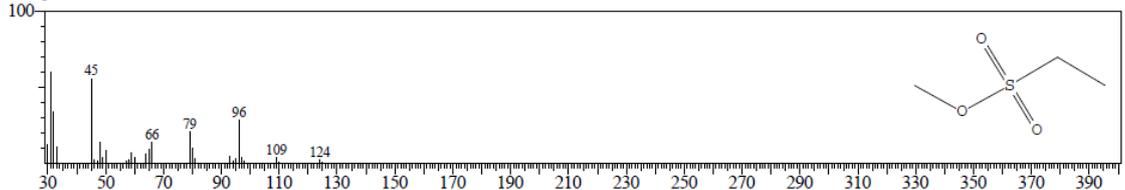
Hit#2 Entry:19482 Library:WILEY8.LIB  
SI:94 Formula:C2H6O4S CAS:77-78-1 MolWeight:126 RetIndex:0  
CompName:SULFURIC ACID, DIMETHYL ESTER \$\$ AI3-52118 \$\$ BRN 0635994 \$\$ CCRIS 265 \$\$ DIMETHOXY SULFONE \$\$ DIMETHYL MON



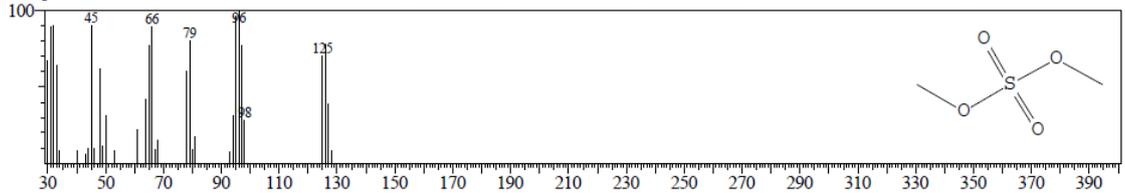
Hit#3 Entry:19484 Library:WILEY8.LIB  
SI:93 Formula:C2H6O4S CAS:0-00-0 MolWeight:126 RetIndex:0  
CompName:SULFURIC ACID, DIMETHYL ESTER \$\$ DIMETHYL SULFAT



Hit#4 Entry:18289 Library:WILEY8.LIB  
SI:78 Formula:C3H8O3S CAS:1912-28-3 MolWeight:124 RetIndex:0  
CompName:ETHANESULFONIC ACID, METHYL ESTER \$\$ BRN 1747452 \$\$ MES \$\$ METHYL ETHANE SULFONATE \$\$ METHYL ETHANE S

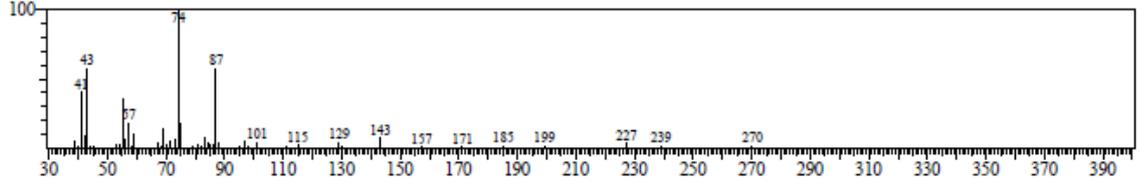


Hit#5 Entry:19481 Library:WILEY8.LIB  
SI:70 Formula:C2H6O4S CAS:77-78-1 MolWeight:126 RetIndex:0  
CompName:SULFURIC ACID, DIMETHYL ESTER \$\$ AI3-52118 \$\$ BRN 0635994 \$\$ CCRIS 265 \$\$ DIMETHOXY SULFONE \$\$ DIMETHYL MON

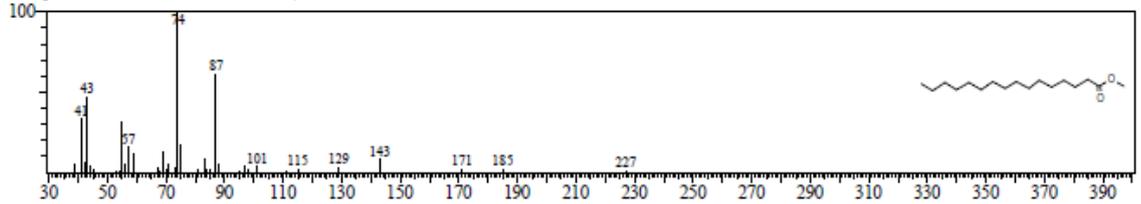


<< Target >>

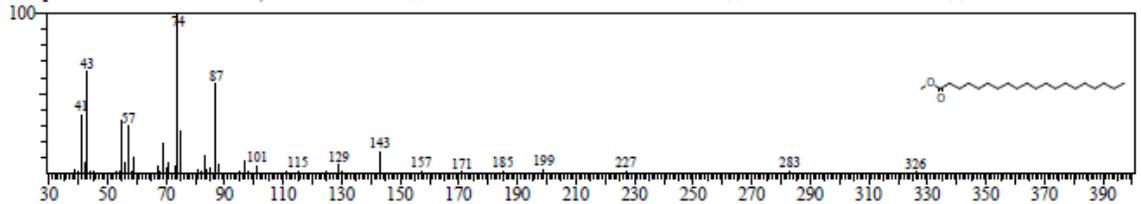
Line# 2 RTime:22.367(Scan#:2301) MassPeaks:47  
RawMode:Averaged 22.358-22.375(2300-2302) BasePeak:74.05(64572)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



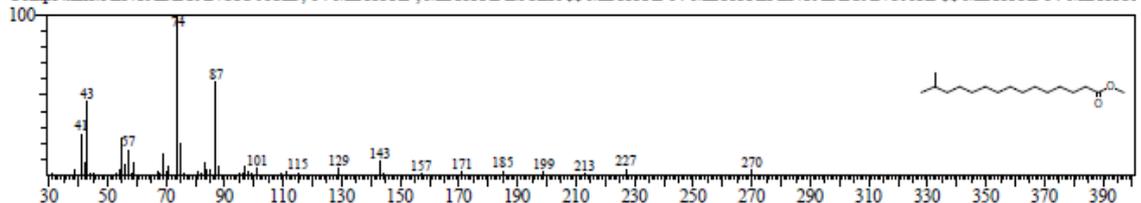
Hit# 1 Entry:201937 Library:WILEY8.LIB  
SI:95 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RefIndex:0  
CompName:HEXADECANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ METHYL HEXADECANOATE \$\$ PALMITIC ACID METHYL ESTER \$\$ AI3-03509 \$\$



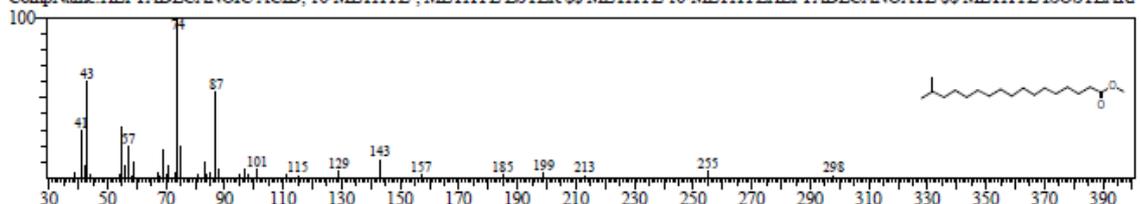
Hit# 2 Entry:270740 Library:WILEY8.LIB  
SI:95 Formula:C21H42O2 CAS:1120-28-1 MolWeight:326 RefIndex:0  
CompName:EICOSANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ ARACHIDIC ACID METHYL ESTER \$\$ METHYL ICOSANOATE \$\$ METHYL ICOSANOATE



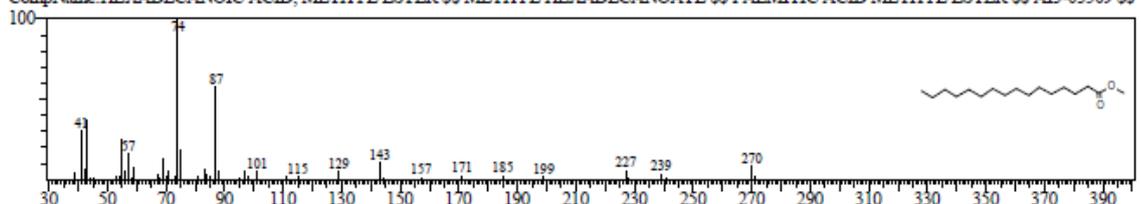
Hit# 3 Entry:201989 Library:WILEY8.LIB  
SI:94 Formula:C17H34O2 CAS:5129-60-2 MolWeight:270 RefIndex:0  
CompName:PENTADECANOIC ACID, 14-METHYL-, METHYL ESTER \$\$ METHYL 14-METHYLPENTADECANOATE \$\$ METHYL 14-METHYLPENTADECANOATE



Hit# 4 Entry:237888 Library:WILEY8.LIB  
SI:94 Formula:C19H38O2 CAS:5129-61-3 MolWeight:298 RefIndex:0  
CompName:HEPTADECANOIC ACID, 16-METHYL-, METHYL ESTER \$\$ METHYL 16-METHYLHEPTADECANOATE \$\$ METHYL ISOSTEARATE

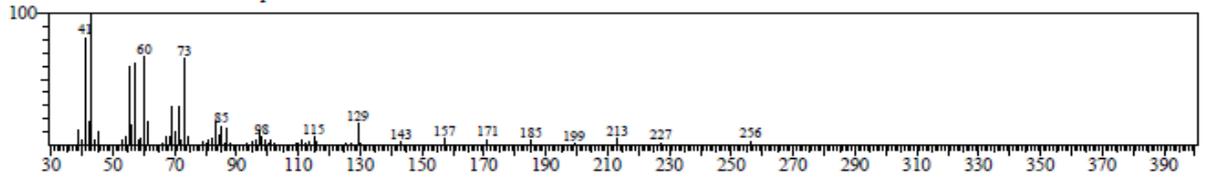


Hit# 5 Entry:201917 Library:WILEY8.LIB  
SI:94 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RefIndex:0  
CompName:HEXADECANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ METHYL HEXADECANOATE \$\$ PALMITIC ACID METHYL ESTER \$\$ AI3-03509 \$\$

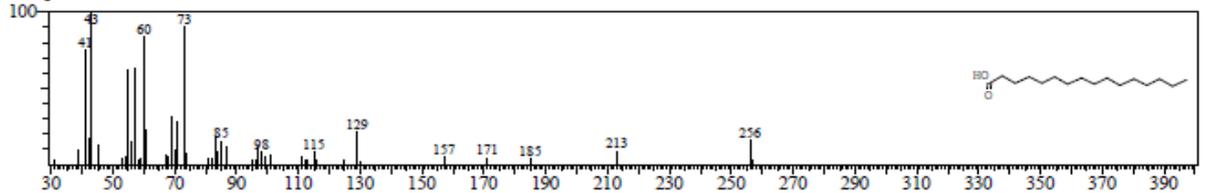


<< Target >>

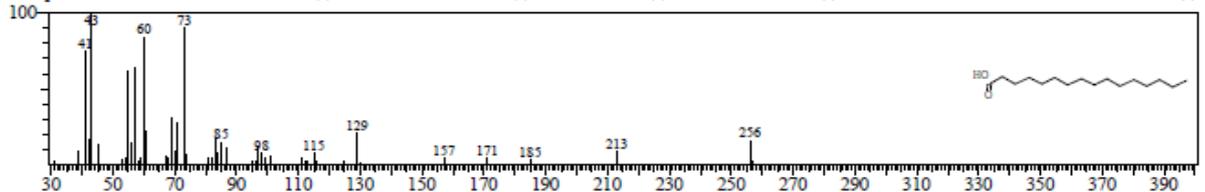
Line# 3 R\_Time: 22.758 (Scan# 2348) MassPeaks: 63  
RawMode: Averaged 22.750-22.767 (2347-2349) BasePeak: 43.10 (42718)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



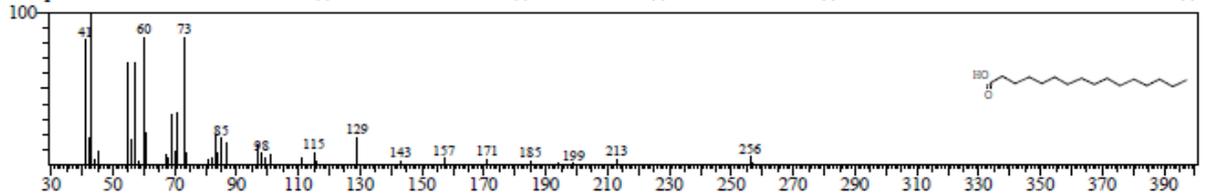
Hit# 1 Entry: 183104 Library: WILEY8.LIB  
SI: 95 Formula: C16H32O2 CAS: 57-10-3 MolWeight: 256 RetIndex: 0  
CompName: HEXADECANOIC ACID \$\$ HEXADECANOATE \$\$ PALMITATE \$\$ PALMITIC ACID \$\$ 1-PENTADECANECARBOXYLIC ACID \$\$



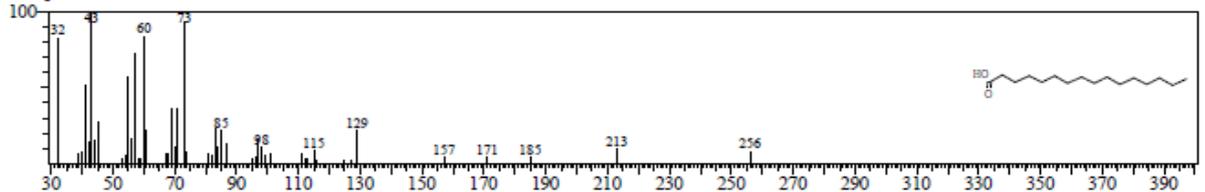
Hit# 2 Entry: 183017 Library: WILEY8.LIB  
SI: 95 Formula: C16H32O2 CAS: 57-10-3 MolWeight: 256 RetIndex: 0  
CompName: HEXADECANOIC ACID \$\$ HEXADECANOATE \$\$ PALMITATE \$\$ PALMITIC ACID \$\$ 1-PENTADECANECARBOXYLIC ACID \$\$



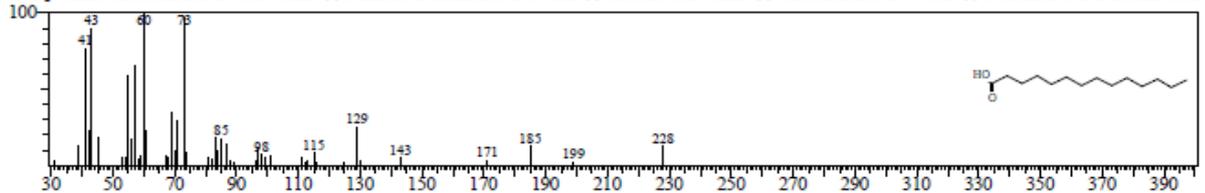
Hit# 3 Entry: 183026 Library: WILEY8.LIB  
SI: 94 Formula: C16H32O2 CAS: 57-10-3 MolWeight: 256 RetIndex: 0  
CompName: HEXADECANOIC ACID \$\$ HEXADECANOATE \$\$ PALMITATE \$\$ PALMITIC ACID \$\$ 1-PENTADECANECARBOXYLIC ACID \$\$



Hit# 4 Entry: 183020 Library: WILEY8.LIB  
SI: 93 Formula: C16H32O2 CAS: 57-10-3 MolWeight: 256 RetIndex: 0  
CompName: HEXADECANOIC ACID \$\$ HEXADECANOATE \$\$ PALMITATE \$\$ PALMITIC ACID \$\$ 1-PENTADECANECARBOXYLIC ACID \$\$

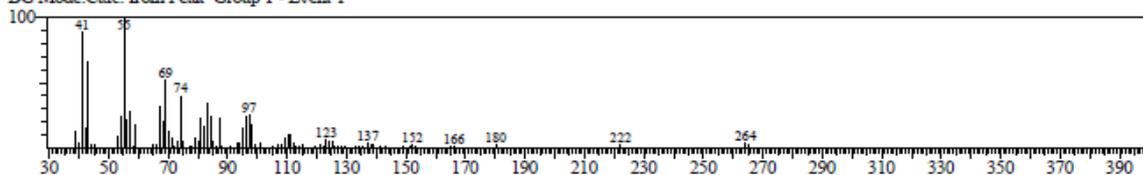


Hit# 5 Entry: 144609 Library: WILEY8.LIB  
SI: 92 Formula: C14H28O2 CAS: 544-63-8 MolWeight: 228 RetIndex: 0  
CompName: TETRADECANOIC ACID \$\$ METHYL TRIDECANOATE \$\$ MYRISTIC ACID \$\$ TETRADECANOATE \$\$ 1-TRIDECANECARBOXYLIC ACID \$\$

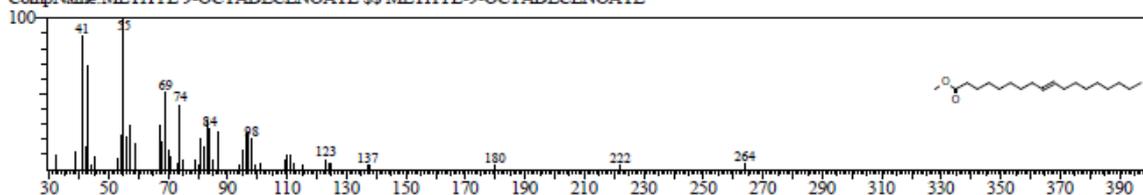


<< Target >>

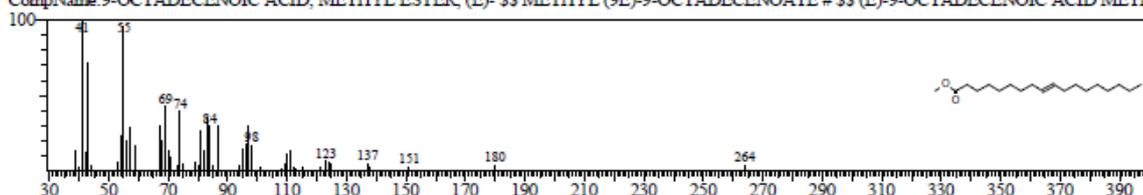
Line# 4 R.Time:24.208(Scan#:2522) MassPeaks:84  
RawMode:Averaged 24.200-24.217(2521-2523) BasePeak:55.05(189920)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



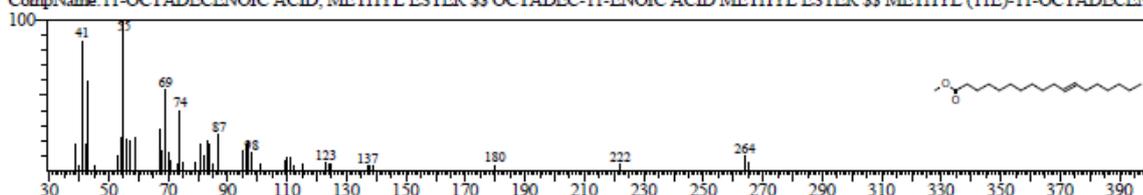
Hit#1 Entry:235468 Library:WILEY8.LIB  
SI:97 Formula:C19H36O2 CAS:0-00-0 MolWeight:296 RefIndex:0  
CompName:METHYL 9-OCTADECENOATE \$\$ METHYL-9-OCTADECENOATE



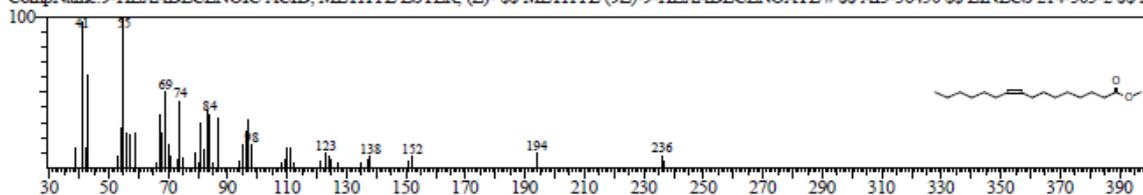
Hit#2 Entry:235430 Library:WILEY8.LIB  
SI:96 Formula:C19H36O2 CAS:1937-62-8 MolWeight:296 RefIndex:0  
CompName:9-OCTADECENOIC ACID, METHYL ESTER, (E)- \$\$ METHYL (9E)-9-OCTADECENOATE # \$\$ (E)-9-OCTADECENOIC ACID METH



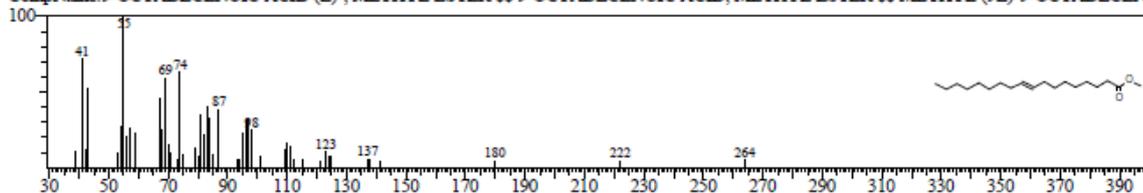
Hit#3 Entry:235444 Library:WILEY8.LIB  
SI:94 Formula:C19H36O2 CAS:52380-33-3 MolWeight:296 RefIndex:0  
CompName:11-OCTADECENOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ OCTADEC-11-ENOIC ACID METHYL ESTER \$\$ METHYL (11E)-11-OCTADECEN



Hit#4 Entry:199150 Library:WILEY8.LIB  
SI:93 Formula:C17H32O2 CAS:1120-25-8 MolWeight:268 RefIndex:0  
CompName:9-HEXADECENOIC ACID, METHYL ESTER, (Z)- \$\$ METHYL (9Z)-9-HEXADECENOATE # \$\$ A13-36450 \$\$ EINECS 214-303-2 \$\$ M

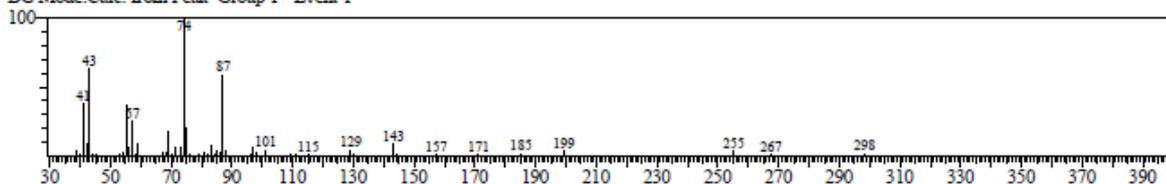


Hit#5 Entry:235422 Library:WILEY8.LIB  
SI:93 Formula:C19H36O2 CAS:112-62-9 MolWeight:296 RefIndex:0  
CompName:9-OCTADECENOIC ACID (Z)-, METHYL ESTER \$\$ 9-OCTADECENOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ METHYL (9Z)-9-OCTADECEN

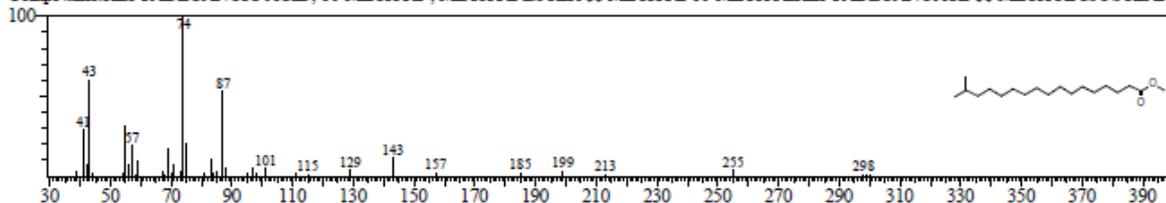


<< Target >>

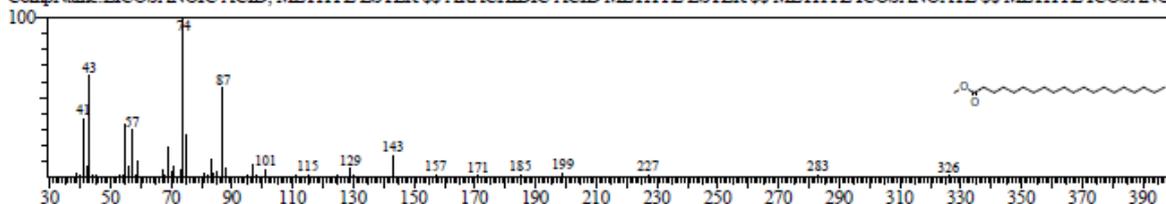
Line# 5 RTime:24.408(Scan#:2546) MassPeaks:50  
RawMode:Averaged 24.400-24.417(2545-2547) BasePeak:74.05(36293)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



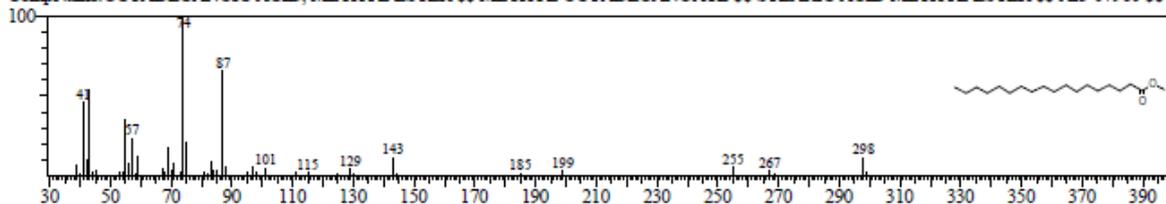
Hit#1 Entry:237888 Library:WILEY8.LIB  
SI:95 Formula:C19H38O2 CAS:5129-61-3 MolWeight:298 RetIndex:0  
CompName:HEPTADECANOIC ACID, 16-METHYL-, METHYL ESTER \$\$ METHYL 16-METHYLHEPTADECANOATE \$\$ METHYL ISOSTEAR/



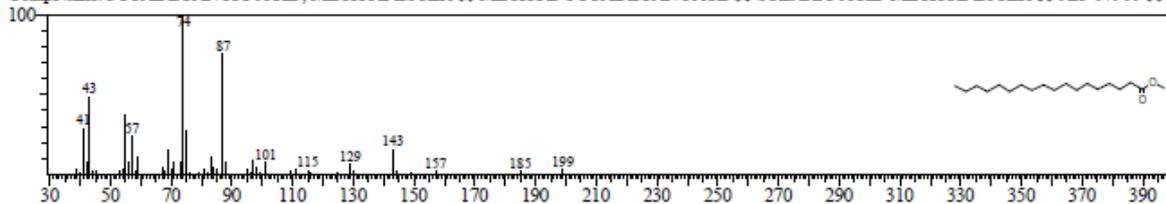
Hit#2 Entry:270740 Library:WILEY8.LIB  
SI:95 Formula:C21H42O2 CAS:1120-28-1 MolWeight:326 RetIndex:0  
CompName:EICOSANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ ARACHIDIC ACID METHYL ESTER \$\$ METHYL ICOSANOATE \$\$ METHYL ICOSANO/



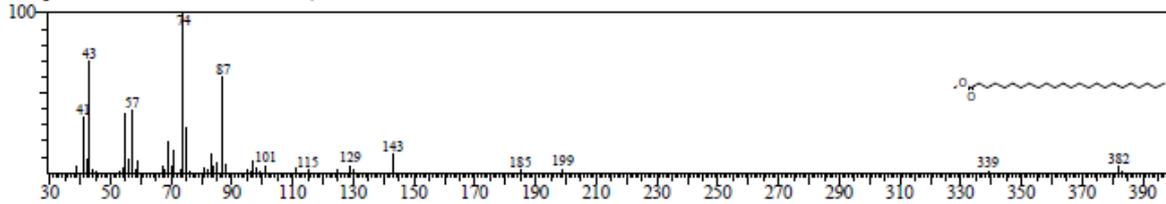
Hit#3 Entry:237857 Library:WILEY8.LIB  
SI:95 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0  
CompName:OCTADECANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ METHYL OCTADECANOATE \$\$ STEARIC ACID METHYL ESTER \$\$ AI3-07960 \$\$ E



Hit#4 Entry:237845 Library:WILEY8.LIB  
SI:94 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0  
CompName:OCTADECANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ METHYL OCTADECANOATE \$\$ STEARIC ACID METHYL ESTER \$\$ AI3-07960 \$\$ E

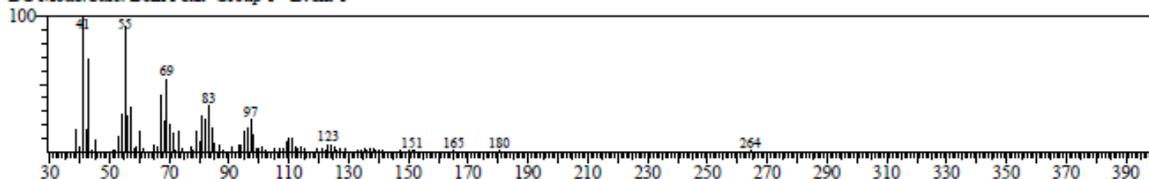


Hit#5 Entry:322303 Library:WILEY8.LIB  
SI:94 Formula:C25H50O2 CAS:2442-49-1 MolWeight:382 RetIndex:0  
CompName:TETRACOSANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ LIGNOCERIC ACID METHYL ESTER \$\$ METHYL TETRACOSANOATE \$\$ ENECS

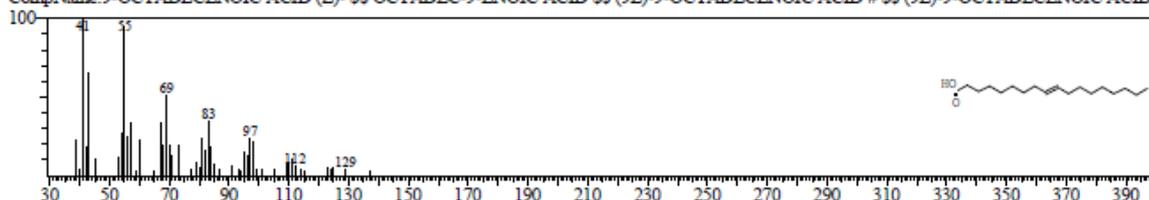


<< Target >>

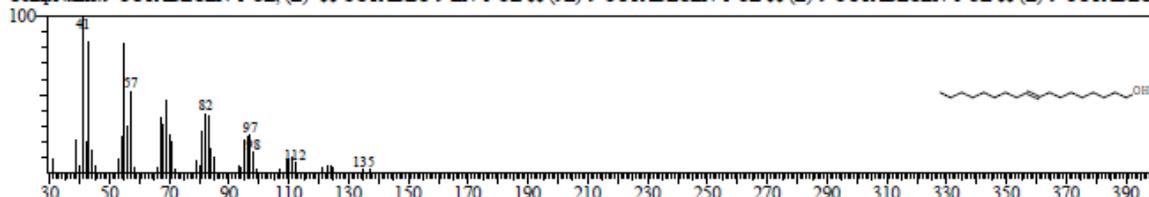
Line# 6 R.Time:24.608(Scan#:2570) MassPeaks:85  
RawMode:Averaged 24.600-24.617(2569-2571) BasePeak:41.05(37888)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



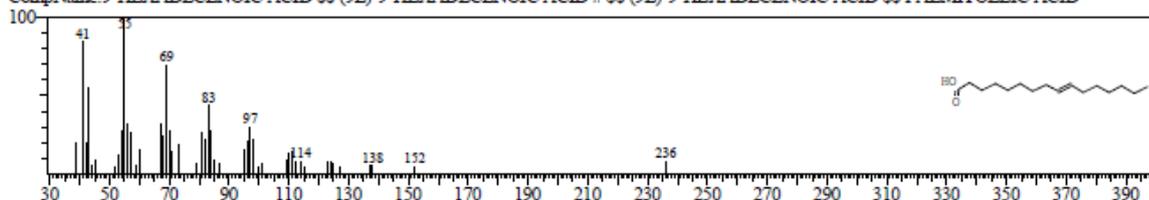
Hit#1 Entry:217541 Library:WILEY8.LIB  
SI:96 Formula:C18H34O2 CAS:112-80-1 MolWeight:282 RefIndex:0  
CompName:9-OCTADECENOIC ACID (Z)- \$\$ OCTADEC-9-ENOIC ACID \$\$ (9E)-9-OCTADECENOIC ACID # \$\$ (9E)-9-OCTADECENOIC ACID



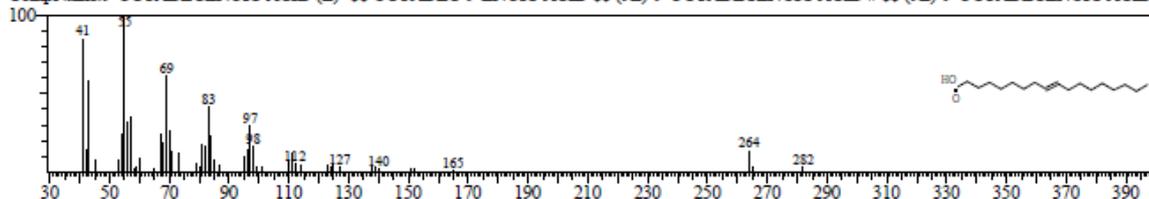
Hit#2 Entry:199390 Library:WILEY8.LIB  
SI:90 Formula:C18H36O CAS:143-28-2 MolWeight:268 RefIndex:0  
CompName:9-OCTADECEN-1-OL, (Z)- \$\$ OCTADEC-9-EN-1-OL \$\$ (9Z)-9-OCTADECEN-1-OL \$\$ (Z)-9-OCTADECEN-1-OL \$\$ (Z)-9-OCTADECEN-1-OL



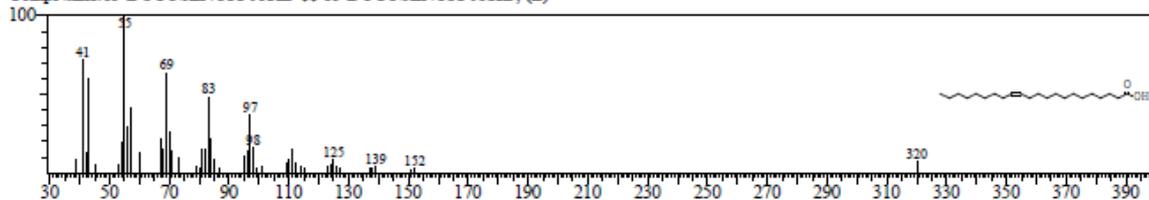
Hit#3 Entry:180324 Library:WILEY8.LIB  
SI:90 Formula:C16H30O2 CAS:2091-29-4 MolWeight:254 RefIndex:0  
CompName:9-HEXADECENOIC ACID \$\$ (9E)-9-HEXADECENOIC ACID \$\$ PALMITOLEIC ACID



Hit#4 Entry:217534 Library:WILEY8.LIB  
SI:89 Formula:C18H34O2 CAS:112-80-1 MolWeight:282 RefIndex:0  
CompName:9-OCTADECENOIC ACID (Z)- \$\$ OCTADEC-9-ENOIC ACID \$\$ (9E)-9-OCTADECENOIC ACID # \$\$ (9E)-9-OCTADECENOIC ACID

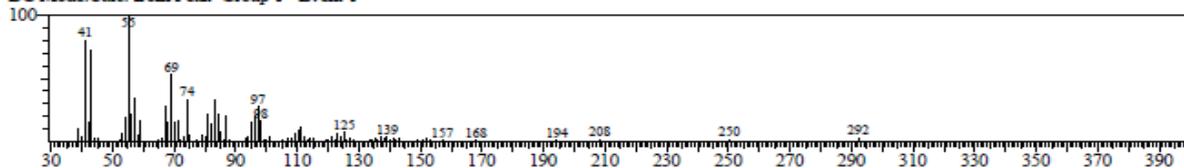


Hit#5 Entry:283402 Library:WILEY8.LIB  
SI:89 Formula:C22H42O2 CAS:0-00-0 MolWeight:338 RefIndex:0  
CompName:13-DOCOSENOIC ACID \$\$ 13-DOCOSENOIC ACID, (Z)-

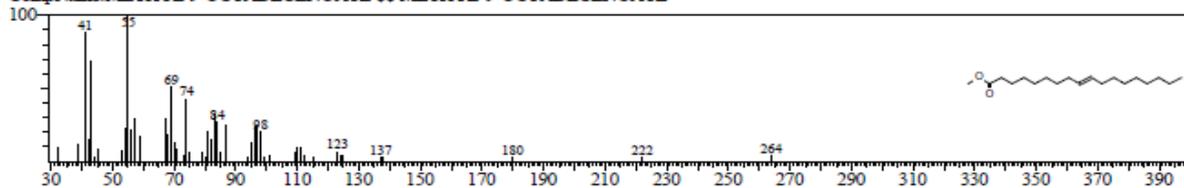


<< Target >>

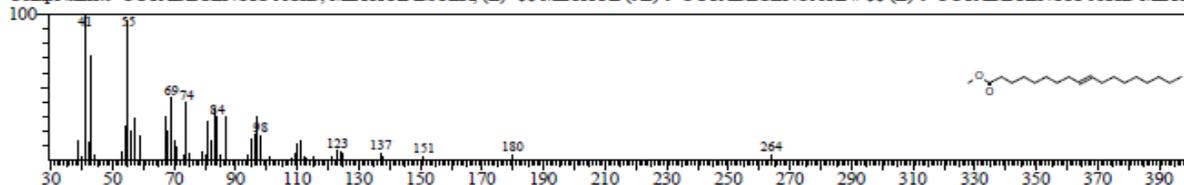
Line#: 7 R.Time: 26.092(Scan#: 2748) MassPeaks: 87  
RawMode: Averaged 26.083-26.100(2747-2749) BasePeak: 55.05(37912)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



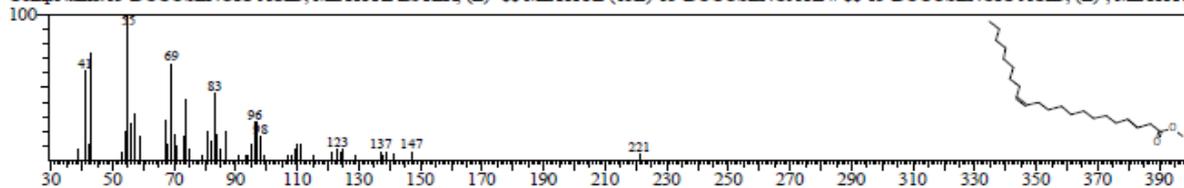
Hit# 1 Entry: 235468 Library: WILEY8.LIB  
SI: 95 Formula: C19H36O2 CAS: 0-00-0 MolWeight: 296 RetIndex: 0  
CompName: METHYL 9-OCTADECENOATE \$\$ METHYL-9-OCTADECENOATE



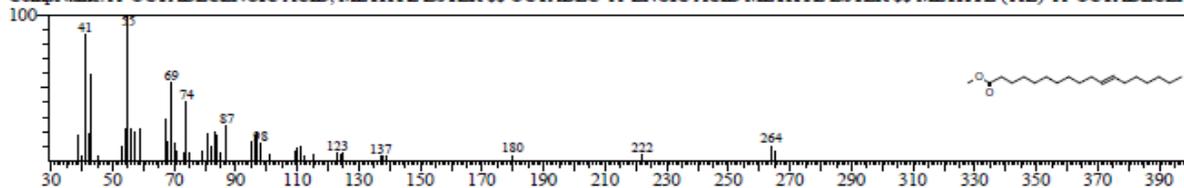
Hit# 2 Entry: 235430 Library: WILEY8.LIB  
SI: 94 Formula: C19H36O2 CAS: 1937-62-8 MolWeight: 296 RetIndex: 0  
CompName: 9-OCTADECENOIC ACID, METHYL ESTER, (E)- \$\$ METHYL (9E)-9-OCTADECENOATE # \$\$ (E)-9-OCTADECENOIC ACID METH



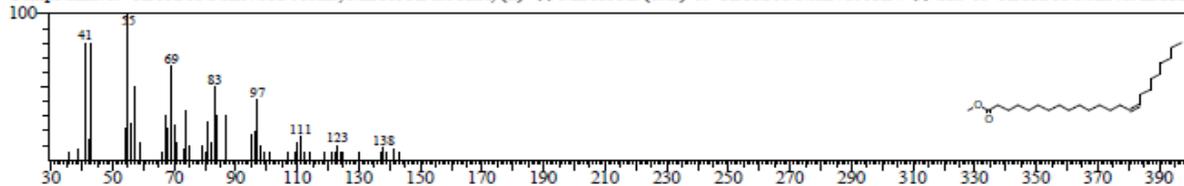
Hit# 3 Entry: 297054 Library: WILEY8.LIB  
SI: 93 Formula: C23H44O2 CAS: 1120-34-9 MolWeight: 352 RetIndex: 0  
CompName: 13-DOCOSENOIC ACID, METHYL ESTER, (Z)- \$\$ METHYL (13Z)-13-DOCOSENOATE # \$\$ 13-DOCOSENOIC ACID, (Z)-, METHYL



Hit# 4 Entry: 235444 Library: WILEY8.LIB  
SI: 92 Formula: C19H36O2 CAS: 52380-33-3 MolWeight: 296 RetIndex: 0  
CompName: 11-OCTADECENOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ OCTADEC-11-ENOIC ACID METHYL ESTER \$\$ METHYL (11E)-11-OCTADECEN

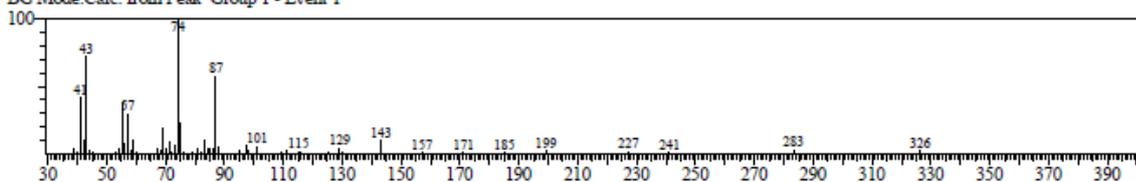


Hit# 5 Entry: 320954 Library: WILEY8.LIB  
SI: 91 Formula: C25H48O2 CAS: 2733-88-2 MolWeight: 380 RetIndex: 0  
CompName: 15-TETRACOSENOIC ACID, METHYL ESTER, (Z)- \$\$ METHYL (15Z)-15-TETRACOSENOATE # \$\$ CIS-15-TETRACOSENSAEURE

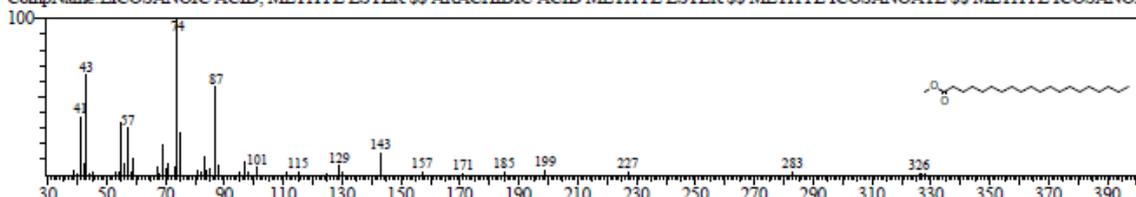


<< Target >>

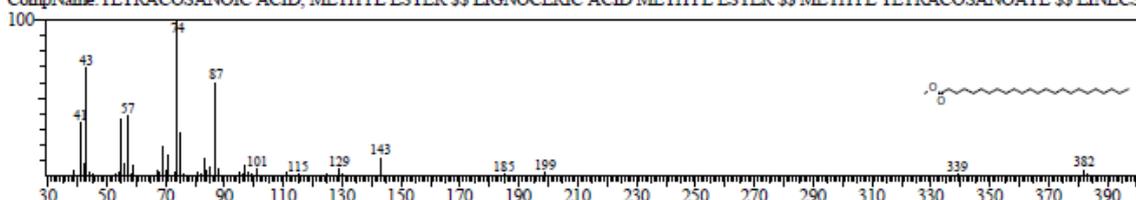
Line# 8 R Time: 26.283 (Scan#: 2771) Mass Peaks: 54  
Raw Mode: Averaged 26.275-26.292 (2770-2772) Base Peak: 74.05 (91621)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



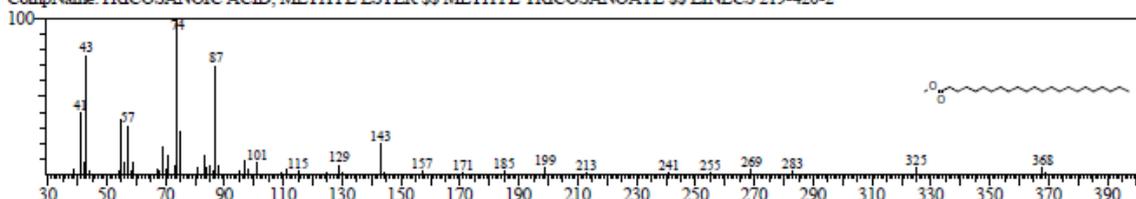
Hit# 1 Entry: 270740 Library: WILEY8.LIB  
SI: 96 Formula: C21H42O2 CAS: 1120-28-1 MolWeight: 326 RetIndex: 0  
CompName: EICOSANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ ARACHIDIC ACID METHYL ESTER \$\$ METHYL ICOSANOATE \$\$ METHYL ICOSANOATE



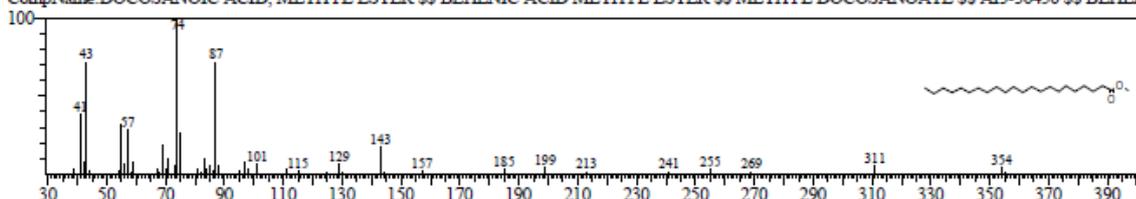
Hit# 2 Entry: 322303 Library: WILEY8.LIB  
SI: 95 Formula: C25H50O2 CAS: 2442-49-1 MolWeight: 382 RetIndex: 0  
CompName: TETRACOSANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ LIGNOCERIC ACID METHYL ESTER \$\$ METHYL TETRACOSANOATE \$\$ EINECS



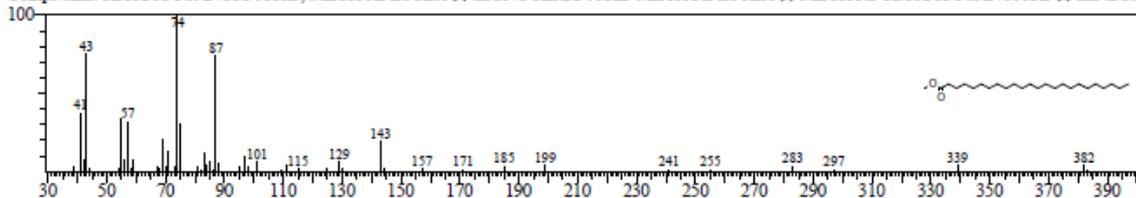
Hit# 3 Entry: 311121 Library: WILEY8.LIB  
SI: 94 Formula: C24H48O2 CAS: 2433-97-8 MolWeight: 368 RetIndex: 0  
CompName: TRICOSANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ METHYL TRICOSANOATE \$\$ EINECS 219-420-2



Hit# 4 Entry: 298954 Library: WILEY8.LIB  
SI: 94 Formula: C23H46O2 CAS: 929-77-1 MolWeight: 354 RetIndex: 0  
CompName: DOCOSANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ BEHENIC ACID METHYL ESTER \$\$ METHYL DOCOSANOATE \$\$ A13-36456 \$\$ BEHE



Hit# 5 Entry: 322306 Library: WILEY8.LIB  
SI: 94 Formula: C25H50O2 CAS: 2442-49-1 MolWeight: 382 RetIndex: 0  
CompName: TETRACOSANOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ LIGNOCERIC ACID METHYL ESTER \$\$ METHYL TETRACOSANOATE \$\$ EINECS

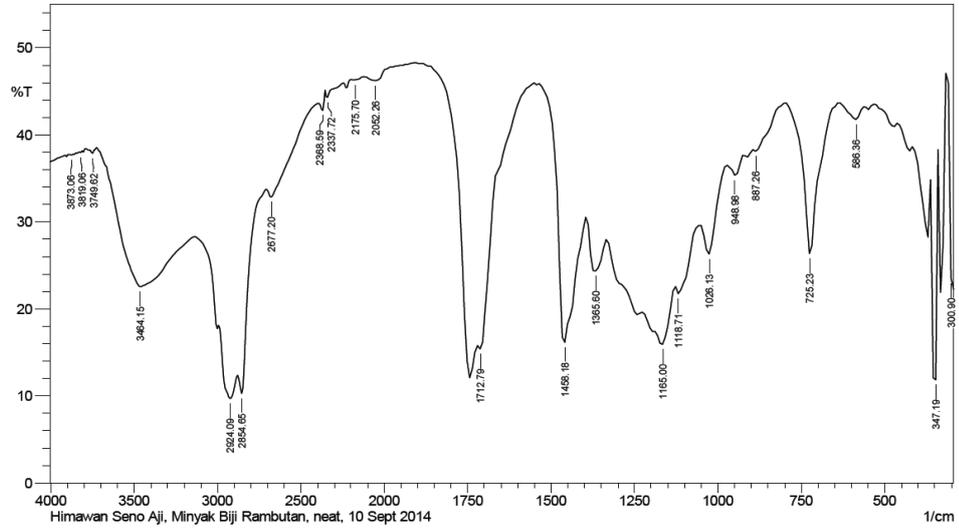


# Lampiran 4

## Hasil Spektrum IR Minyak Biji Rambutan



Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	300.9	22.199	11.848	308.61	293.18	9.897	1.028
2	347.19	11.804	25.309	362.62	339.47	17.47	7.497
3	586.36	41.716	1.627	632.65	563.21	25.782	0.604
4	725.23	26.336	17.269	794.67	640.37	65.883	10.262
5	887.26	38.082	0.619	894.97	802.39	36.006	0.323
6	948.98	35.316	1.705	972.12	925.83	20.438	0.509
7	1026.13	26.266	5.513	1049.28	979.84	35.908	2.57
8	1118.71	21.719	1.582	1126.43	1056.99	41.373	1.124
9	1165	15.903	5.303	1226.73	1134.14	69.169	6.169
10	1365.6	24.308	4.591	1388.75	1334.74	31.873	2.549
11	1458.18	16.114	20.572	1550.77	1396.46	81.178	15.765
12	1712.79	15.346	1.826	1720.5	1558.48	75.592	0.511
13	2052.26	46.193	0.983	2121.7	1913.39	68.144	0.728
14	2175.7	46.28	0.137	2198.85	2129.41	23.163	0.061
15	2337.72	44.276	0.942	2353.16	2245.14	37.202	0.307
16	2368.59	42.765	1.728	2391.73	2353.16	13.904	0.334
17	2677.2	32.797	1.604	2700.34	2399.45	125.896	1.703
18	2854.65	10.235	5.001	2877.79	2708.06	107.202	3.53
19	2924.09	9.669	4.554	2985.81	2885.51	95.591	11.148
20	3464.15	22.534	11.366	3718.76	3140.11	329.425	49.613
21	3749.62	37.823	0.502	3765.05	3726.47	16.143	0.102
22	3819.06	37.918	0.176	3834.49	3795.91	16.176	0.045
23	3873.06	37.645	0.099	3880.78	3849.92	13.059	0.028

Comment;

Himawan Seno Aji, Minyak Biji Rambutan, neat, 10 Sept

### Analisis Data Kadar Asam Lemak Bebas

Rumus Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas:

$$\%FFA = \frac{ml\ KOH \times N\ KOH \times BM\ Asam\ Lemak}{berat\ sampel\ (gram) \times 1000} \times 100\%$$

#### 1. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 30 Menit

Tabel 6. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 30 Menit

No	Massa Minyak (g)	V KOH yang digunakan	%FFA
1	2	17,1	25,3
2	2	15,3	22,64
3	2	19,5	28,86
Rata-rata %FFA			25,6

Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 30 Menit.

$$\begin{aligned} \text{a. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{17,1 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 25,3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{15,3 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 22,64\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{19,5 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 28,86\% \end{aligned}$$

$$\text{d. Rata-rata kadar asam lemak bebas} = \frac{25,3+22,64+28,86}{3} = 25,6\%$$

2. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 45 Menit

Tabel 7. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 45 Menit

No	Massa Minyak (g)	V KOH yang digunakan	% FFA
1	2	2,2	3,25
2	2	4,1	6,06
3	2	2,8	4,14
Rata-rata %FFA			4,48

Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 45 Menit.

$$a. \text{ Kadar asam lemak bebas} = \frac{2,2 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\%$$

$$= 3,25\%$$

$$b. \text{ Kadar asam lemak bebas} = \frac{4,1 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\%$$

$$= 6,06\%$$

$$c. \text{ Kadar asam lemak bebas} = \frac{2,8 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\%$$

$$= 4,14\%$$

$$d. \text{ Rata-rata kadar asam lemak bebas} = \frac{3,25 + 6,06 + 28,86}{3} = 4,14\%$$

3. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 60 Menit

Tabel 8. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 60 Menit

No	Massa Minyak (g)	V KOH yang digunakan	% FFA
1	2	0,8	1,22
2	2	1,3	2,06
3	2	0,7	1,05
Rata-rata %FFA			1,4

Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 60 Menit.

$$\begin{aligned} \text{a. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{0,8 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 1,22\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{1,3 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 2,06\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{0,7 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 1,05\% \end{aligned}$$

$$\text{d. Rata-rata kadar asam lemak bebas} = \frac{1,22 + 2,06 + 1,05}{3} = 1,4\%$$

#### 4. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 90 Menit

Tabel 9. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 90 Menit

No	Massa Minyak (g)	V KOH yang digunakan	%FFA
1	2	8,8	13,02
2	2	7,5	11,11
3	2	8,2	12,13
Rata-rata %FFA			12,08

Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 90 Menit.

$$\begin{aligned} \text{a. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{8,8 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 13,02\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{7,5 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 11,11\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{8,2 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 12,13\% \end{aligned}$$

$$\text{d. Rata-rata kadar asam lemak bebas} = \frac{13,02 + 11,11 + 12,13}{3} = 12,08\%$$

#### 5. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 100 Menit

Tabel 10. Data Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 100 Menit

No	Massa Minyak (g)	V KOH yang digunakan	%FFA
1	2	10,1	14,94
2	2	11,5	17,02
3	2	12,4	18,35
Rata-rata %FFA			16,77

Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas pada Waktu 100 Menit.

$$\begin{aligned} \text{a. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{10,01 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 14,94\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{11,5 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 17,02\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kadar asam lemak bebas} &= \frac{12,4 \times 0,1 \times 296}{2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 18,35\% \end{aligned}$$

$$\text{d. Rata-rata kadar asam lemak bebas} = \frac{14,94 + 17,02 + 18,35}{3} = 16,77\%$$

Lampiran 6

**Konversi Kadar Asam Lemak Bebas menjadi Angka Asam**

Rumus penentuan angka asam:

$$\text{Angka Asam} = \text{FFA} \times \frac{\text{Berat Molekul KOH}}{\text{BM Asam Lemak} / 10}$$

1. Perhitungan Angka Asam pada Waktu 30 Menit

$$\begin{aligned} \text{Angka Asam} &= 25,6 \times \frac{56,1}{296/10} \\ &= 48,52 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Angka Asam pada Waktu 45 Menit

$$\begin{aligned} \text{Angka Asam} &= 4,48 \times \frac{56,1}{296/10} \\ &= 8,5 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Angka Asam pada Waktu 60 Menit

$$\begin{aligned} \text{Angka Asam} &= 1,4 \times \frac{56,1}{296/10} \\ &= 2,33 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Angka Asam pada Waktu 90 Menit

$$\begin{aligned} \text{Angka Asam} &= 12,08 \times \frac{56,1}{296/10} \\ &= 22,91 \end{aligned}$$

5. Perhitungan Angka Asam pada Waktu 100 Menit

$$\begin{aligned} \text{Angka Asam} &= 16,77 \times \frac{56,1}{296/10} \\ &= 31,78 \end{aligned}$$

### Dokumentasi Kegiatan

Penjemuran Biji Rambutan



Ekstraksi



Minyak + Pelarut



Evaporasi



Refluks (Esterifikasi)



Minyak + Air (Hasil Esterifikasi)



Titration



Hasil Titration

