



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH MASA AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN  
TERHADAP KANDUNGAN ASAM LEMAK TAK JENUH DAN  
MINYAK PELIKAN DALAM MINYAK GORENG BEKAS  
PENGGORENGAN TAHU**

**SKRIPSI**



**LIDYA SESRITA  
05132062**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

**PENGARUH MASSA AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN  
TERHADAP KANDUNGAN ASAM LEMAK TAK JENUH DAN  
MINYAK PELIKAN DALAM MINYAK GORENG BEKAS  
PENGGORENGAN TAHU**

**Skripsi ini diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Andalas**

**Oleh**

**Lidya Sesrita**

**05132062**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Pengaruh Massa Ampas Tebu Sebagai Adsorben Terhadap kandungan asam Lemak Tak Jenuh Dan Minyak Pelikan Dalam Minyak Goreng Bekas Penggorengan Tahu”**. Selanjutnya tak lupa shalawat dan salam penulis sampaikan kepada Nabi besar Muhammad SAW.

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Strata Satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

Penyelesaian skripsi ini tak lepas dari semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan dalam berbagai aspek terhadap penulis baik secara materil maupun moril selama menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Yefrida, M.Si sebagai dosen pembimbing I dan Dr. Mai Efdi sebagai dosen pembimbing II atas bimbingannya selama penelitian.
3. Bapak Dr. Adlis Santoni selaku ketua Jurusan Kimia dan Bapak Dr. Mai Efdi selaku Koordinator Pendidikan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas.
4. Dr. Zilfa selaku pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat kepada penulis.
5. Para dosen, analis laboratorium, pegawai perpustakaan jurusan Kimia yang telah membantu penulis selama menyelesaikan studi.
6. Rekan-rekan semua yang telah membantu dan memberikan dorongan baik dalam penelitian maupun dalam penulisan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran agar sempurnanya skripsi ini. Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Padang, Juli 2011

Penulis

## ABSTRAK

### **PENGARUH MASSA AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN TERHADAP KANDUNGAN ASAM LEMAK TAK JENUH DAN MINYAK PELIKAN DALAM MINYAK GORENG BEKAS PENGGORENGAN TAHU**

Oleh

Lidya Sesrita (05132062), Yefrida M.Si\*, Dr.Mai Efdi\*

\*Dosen Pembimbing

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh massa ampas tebu sebagai bahan penyerap asam lemak tak jenuh dan minyak pelikan dalam minyak goreng bekas penggorengan tahu. Kandungan asam lemak tak jenuh ditentukan dengan menggunakan peralatan kromatografi gas-spektroskopi massa (GC-MS) sedangkan kandungan minyak pelikan ditentukan dengan metoda titrasi (SNI 01-3741-2002). Ampas tebu digunakan sebagai adsorben dalam penelitian ini karena ampas tebu memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan bersifat gugus aktif. Kandungan asam linolenat dalam sampel tidak terbaca pada kromatogram sampel, yang terbaca hanya asam oleat dan linoleat. Kandungan asam oleat dalam sampel semakin lama semakin bertambah setelah diserap dengan ampas tebu. Sedangkan kandungan asam linoleat dalam sampel semakin lama juga berkurang sampai tidak terbaca lagi. Penyerapan massa ampas tebu pada sampel yang paling baik adalah pada massa 9 g. Semakin banyak ampas tebu dalam penyerapan minyak goreng bekas penggorengan tahu maka kandungan minyak pelikannya bernilai negatif .

Kata Kunci: Adsorben, Ampas Tebu, Minyak Jelantah, Minyak Pelikan, GC-MS.

## ABSTRACT

### **THE EFFECT BAGASSESS MASS AS UNSATURATED FATTY ACID CONTENT AND PELICAN OIL ADSORBENT IN TOFU USED FRYING OIL**

By

Lidya Sesrita ((05132062), Yefrida M.Si\*, Dr.Mai Efdi\*

\*Advisor

The research about bagasses mass as unsaturated fatty acid content and pelican oil adsorbent in tofu used frying oil have been done. The content of unsaturated fatty acid was determined by using GC-MS, the pelican oil content was determined by using titration method (SNI 01-3741-2002). Bagasses was used as adsorbent because bagasses content high cellulosa and is an active cluster. Linolenic acid did not read in chromatogram sample, that only read oleic acid and linoleic acid. Oleic acid content in sample was increasing by time after being adsorbed by bagasses. Linoleic acid content in sample was decreasing by time until couldn't be read any more. The optimum adsorption of mass bagasses in sample was 9g. The content of pelican oil is negative when the content of bagasses is high in used oil adsorption.

Keyword. Adsorbent, Bagasses, Frying Oil, Pelican Oil, GC-MS

## DAFTAR ISI

Halaman

### LEMBAR PENGESAHAN

### KATA PENGANTAR

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii

### I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3

### II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Tentang Minyak .....	4
2.1.1 Minyak Goreng .....	5
2.1.2 Minyak Kelapa sawit.....	6
2.1.3 Asam Lemak .....	8
2.1.3.1 Asam Lemak Jenuh ( <i>saturated acid</i> ) .....	9
2.1.3.2 Asam Lemak Tak Jenuh ( <i>unsaturated acid</i> ) .....	10
2.1.3.2.1 Asam Oleat.....	12
2.1.3.2.2 Asam Linoleat .....	12
2.1.3.2.3 Asam Linolenat .....	13
2.1.4 Minyak Jelantah .....	14
2.1.5 Minyak Pelikan.....	14
2.2 Tebu.....	15
2.3 Adsorpsi.....	16
2.4 Kromatografi Gas- spektroskopi massa.....	17

### III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan.....	21
3.3 Pembuatan reagen larutan KOH alkoholik 0,5 N.....	21

3.4 Metodologi .....	21
3.4.1 Pembuatan minyak jelantah 1-4 kali penggorengan .....	21
3.4.2 Pembuatan adsorben ampas tebu.....	22
3.4.3 Penentuan massa optimum .....	22
3.4.4 Penentuan kandungan asam lemak tak jenuh .....	22
3.4.5 Penentuan minyak pelikan .....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil analisis asam lemak tak jenuh .....	23
4.2 Pengaruh massa ampas tebu terhadap kandungan minyak pelikan pada minyak goreng.....	35
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>41</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi trigliserida dari minyak sawit. ....	7
Tabel 2. Komposisi asam lemak pada minyak sawit .....	8
Tabel 3. Jenis-jenis asam lemak tak jenuh pada minyak.....	11
Tabel 4. Komposisi ampas tebu.....	16
Tabel 5. Hasil analisis asam lemak tak jenuh.....	33
Tabel 6. Perbandingan waktu retensi.....	34
Tabel 7. Hasil analisis keseluruhan parameter yang dilakukan sebelum dan sesudah diserap dengan ampas tebu.....	35
Tabel 8. Kandungan minyak pelikan.....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Standar mutu minyak menurut SNI 01-3741-2002.....	41
Lampiran 2. Penentuan minyak pelikan menurut SNI.....	42
Lampiran 3. Kromatogram standar campuran asam linoleat dan oleat.....	43
Lampiran 4. Kromatogram minyak goreng baru.....	44
Lampiran 5. Kromatogram minyak empat kali penggorengan.....	45
Lampiran 6. Kromatogram minyak goreng 4 kali pengulangan yang telah diserap dengan 3g ampas tebu .....	46
Lampiran 7. Kromatogram minyak goreng 4 kali pengulangan yang telah diserap dengan 9g ampas tebu .....	47
Lampiran 8. Kromatogram minyak jelantah pasar.....	48
Lampiran 9. Kromatogram minyak jelantah pasar yang telah diserap dengan 9g ampas tebu.....	49
Lampiran 10. Spektrum MS campuran asam linoleat.....	50
Lampiran 11. Spektrum MS campuran asam oleat.....	51
Lampiran 12. Spektrum massa asam linoleat.....	52
Lampiran 13. Spektrum massa asam oleat.....	53
Lampiran 14. Kondisi kromatografi gas-spektroskopi massa.....	55
Lampiran 15. Gambar minyak.....	56

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Minyak goreng adalah senyawa kimia yang mempunyai peranan penting baik itu dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam bidang usaha kecil, menengah dan besar. Secara SNI minyak goreng mengandung kadar logam-logam berat, asam lemak tak jenuh seperti asam oleat, asam linoleat, asam linolenat dan minyak pelikan, dan asam lemak jenuh seperti asam palmitat, asam laurat, asam miristat dan sebagainya. (SNI 01-3741-2002 Tentang Minyak Goreng)

Minyak goreng dapat diperoleh dari minyak hewani seperti oleo stearin, oleo oil, lemak babi (lard) atau pun yang berasal dari minyak nabati seperti minyak biji-bijian, atau minyak buah.<sup>1</sup> Namun, yang sering digunakan dalam penggorengan oleh masyarakat adalah minyak sawit.

Secara kimia, isi kandungan minyak tidak lah jauh berbeda, terdiri dari asam lemak jenuh (ALJ) dan asam lemak tak jenuh (ALTJ), dalam jumlah kecil juga terdapat lesitin, cephalin, fosfatida lain, sterol, asam lemak bebas, pigmen, lilin, dan hidrokarbon. Namun, yang membedakannya dari minyak yang lain adalah, komposisi asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh.<sup>2</sup> Minyak sawit memiliki karakteristik penyusun asam lemak utamanya adalah 34-40% asam palmitat, 38-40% asam oleat (omega 9), dan 6-10% asam linoleat (omega 3), serta kandungan mikronutrien lainnya seperti karotenoid, tokoferol, tokotrienol dan fitosterol.<sup>3</sup> Kandungan asam-asam lemak yang terdapat dalam minyak sawit ini dapat menurunkan kolesterol LDL, mencegah rusaknya membran sel serta mengurangi timbulnya bahaya penyakit jantung koroner.<sup>3</sup> Selain itu, minyak sawit lebih menguntungkan dari segi ekonomis, dibanding dengan minyak-minyak nabati lainnya.

Adanya aktivitas manusia khususnya ibu-ibu rumah tangga dan usaha kecil seperti gorengan tahu yang menggunakan minyak goreng tersebut secara terus menerus atau yang lebih dikenal dengan istilah minyak jelantah dalam usahanya. Pada kondisi ini, minyak bersamaan dengan air yang berasal dari makan yang

digoreng akan membentuk *free fatty acid* atau FFA<sup>4</sup>, apalagi jika menggunakan minyak yang sama secara berulang-ulang. Kerusakan minyak akibat pemanasan pada suhu tinggi (200-250°) juga akan mengakibatkan keracunan dalam tubuh dan berbagai macam penyakit seperti diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, kanker dan menurunnya nilai cerna lemak.<sup>5</sup>

Untuk itu perlu penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah ini dapat bermanfaat dan tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan. Minyak jelantah ini dapat ditingkatkan mutunya menggunakan adsorben<sup>4,9,10,11,12,13</sup>, sehingga minyak aman untuk dikonsumsi. Proses pemurnian minyak jelantah telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan menggunakan filter yang terdiri dari 15-35% karbon aktif, 15-40% kalsium silikat, magnesium silikat atau campurannya 25-40% serat selulosa, 2% resin binder dan 0-3% tanah diatom oleh Bernard, dkk. 1991.<sup>7</sup>

Dalam penelitian ini digunakan ampas tebu sebagai penyerap (adsorben) karena ampas tebu memiliki kandungan selulosa yang tinggi yang bersifat gugus aktif sehingga dapat digunakan sebagai peningkatan mutu minyak jelantah. Ternyata dengan menggunakan ampas tebu, minyak jelantah menjadi bagus, dan warna hitam atau coklatnya berkurang karena kotoran berada pada minyak jelantah itu diserap oleh ampas tebu. "Ampas tebu dalam analisa itu berfungsi sebagai bahan penyerap yang bagus".<sup>8</sup>

Dalam minyak jelantah ini tidak hanya kandungan logam-logam berat saja terdapat tetapi kandungan asam lemak tak jenuh dan minyak pelikan sangat berbahaya bagi tubuh juga terdapat dalam minyak jelantah tersebut. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penyerapan ampas tebu terhadap kandungan asam lemak dan minyak pelikan yang terdapat dari hasil penggorengan tahu. Dengan melakukan penelitian mengenai pengaruh massa ampas tebu sebagai adsorben terhadap kandungan asam lemak tak jenuh dan minyak pelikan yang terdapat pada minyak goreng bekas pakai penggorengan tahu diharapkan dapat diketahui kondisi massa optimum dalam pemurnian minyak jelantah dengan menggunakan ampas tebu melalui variasi massa antara minyak jelantah dengan adsorben ampas tebu.

Dengan begitu kita dapat menginformasikan ke masyarakat kualitas minyak goreng yang baik sehingga aman dan sehat untuk dikonsumsi.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Pada penelitian ini, masalah yang akan diteliti adalah:

1. Apakah dalam minyak goreng baru, minyak empat kali penggorengan maupun minyak jelantah pasar terdapat asam lemak tak jenuh (asam oleat, asam linoleat maupun asam linolenat) ?
2. Apakah variasi massa ampas tebu berpengaruh terhadap kandungan asam lemak tak jenuh dan minyak pelikan pada minyak bekas pakai penggorengan tahu ?
3. Apakah minyak yang diserap dengan ampas tebu sesuai dengan standar mutu SNI 01-3741-2002 tentang minyak goreng ?

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan dari masalah diatas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari pengaruh massa ampas tebu sebagai adsorben dengan variasi parameter uji massa ampas tebu terhadap kandungan asam lemak tak jenuh dan minyak pelikan pada minyak bekas memakai penggorengan tahu. Diharapkan minyak yang telah diserap dengan ampas tebu ini sesuai dengan SNI 01-3741-2002.

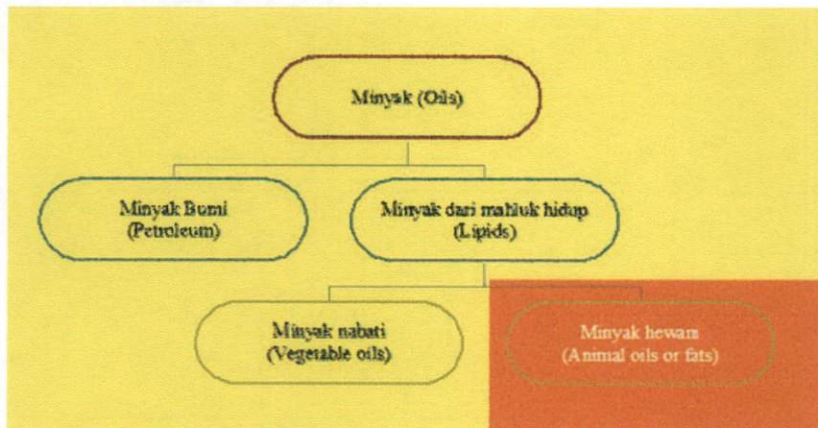
## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan bermanfaat agar limbah dari ampas tebu mampu memperbaiki kualitas minyak bekas penggorengan tahu serta menginformasikan pada masyarakat bagaimana pengaruh pemakaian minyak goreng yang berulang-ulang dipakai terhadap kandungan asam lemak tak jenuh dan minyak pelikan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Minyak

Minyak mempunyai arti yang sangat luas yaitu senyawa yang berbentuk cairan pekat pada suhu ruangan ( $25^{\circ}\text{C}$ ) dan tidak larut dalam air. Berdasarkan sumbernya, minyak dibagi menjadi 2 macam, yaitu minyak bumi dan minyak dari makhluk hidup (lipida atau lipids) sebagaimana terlihat di Gambar 1. Adapun minyak dari makhluk hidup terbagi lagi menjadi minyak nabati (vegetable oils) dan minyak hewani (animal oils). Minyak hewani lebih populer disebut dengan istilah lemak (fats) karena pada umumnya berbentuk padat pada suhu ruangan ( $25^{\circ}\text{C}$ ).



Keterangan: warna kuning = berbentuk cair, warna merah bata = berbentuk padat

**Gambar 1.** Pembagian minyak berdasarkan sumbernya

Dalam arti sempit, kata minyak biasanya mengacu ke minyak bumi (*petroleum*) atau bahkan produk olahannya minyak tanah (*kerosene*). Namun demikian, kata ini sebenarnya berlaku luas, baik untuk minyak sebagai bagian dari diet makanan (misalnya minyak goreng), sebagai bahan bakar (misalnya minyak tanah), sebagai pelumas (misalnya minyak rem), sebagai medium pemindahan energi, maupun sebagai wangi-wangian (misalnya minyak nilam). Minyak merupakan bahan cair, yang disebabkan karena tingginya kandungan asam lemak tak jenuh, memiliki satu atau lebih ikatan rangkap diantara atom-atom karbonnya sehingga, memiliki titik lebur yang rendah.<sup>1</sup>

Minyak terdapat pada hampir semua bahan pangan baik nabati ataupun hewani namun dapat dibedakan dari kandungannya yang berbeda-beda. Komposisi minyak tidak jauh berbeda yang terdiri dari asam lemak jenuh (ALJ) dan asam lemak tak jenuh (ALTJ). Dalam jumlah kecil kemungkinan terdapat juga lesitin, cephalin, fosfatida lain, sterol, asam lemak bebas, pigmen, lilin, dan hidrokarbon seperti karbohidrat dan protein. Minyak sawit mengandung 45,5% ALJ yang didominasi oleh asam lemak palmitat dan 54,1% ALTJ yang didominasi oleh asam oleat atau omega-9. Minyak kelapa mengandung 80% ALJ dan 20% ALTJ, sementara minyak zaitun dan minyak biji bunga matahari hampir 9% komposisinya adalah ALTJ.<sup>3</sup>

### **2.1.1. Minyak Goreng**

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng makanan. Minyak goreng dari tumbuhan biasanya dihasilkan dari tanaman seperti kelapa, biji-bijian, kacang-kacangan, jagung, dan kedelai.

Minyak goreng dapat meliputi minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak zaitun, minyak kedelai, minyak kanola dan sebagainya. Perbedaan mendasar dari minyak goreng tersebut hanya pada kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuhnya. Perbandingan jumlah dan keberadaan asam lemak jenuh dan tidak jenuh inilah yang nantinya menentukan sifat fisik, kimia dan mutu minyak goreng secara keseluruhan. Berdasarkan atas susunan asam lemaknya, minyak goreng dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu :<sup>6</sup>

- Minyak tidak mengering, adalah minyak/ lemak yang memiliki bilangan iod dibawah 100. Minyak kelapa, minyak sawit dan minyak inti sawit dimasukkan dalam golongan ini.
- Minyak semi mengering, adalah minyak/lemak yang memiliki bilangan iod sekitar 100-130. Asam lemaknya terutama asam lemak tidak jenuh, diantaranya linoleat dan asam linolenat. Yang termasuk golongan ini adalah minyak kacang kedele.

- Minyak mengering, adalah minyak/lemak yang memiliki bilangan iod diatas 130. Asam lemaknya terutama asam lemak tidak jenuh diantaranya asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat, dan sedikit sekali asam lemak jenuh.

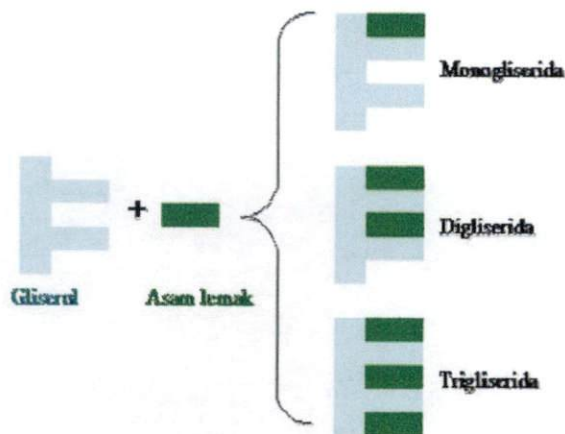
### 2.1.2. Minyak Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit diperoleh dari pengolahan buah kelapa sawit (*Elaeis guinensis* JACO). Secara garis besar buah kelapa sawit terdiri dari serabut buah (pericarp) dan inti (kernel). Serabut buah kelapa sawit terdiri dari tiga lapis yaitu lapisan luar atau kulit buah, lapisan tengah yang disebut mesocarp atau pulp dan lapisan paling dalam yang disebut endocarp. Inti kelapa sawit terdiri dari lapisan kulit biji (testa), endosperm dan embrio. Mesocarp mengandung kadar minyak rata-rata sebanyak 56%, inti (kernel) mengandung minyak sebesar 44%, endocarp tidak mengandung minyak (dalam ketaren, 1986).<sup>14</sup> Seperti minyak atau lemak lainnya, minyak kelapa sawit terdiri atas trigliserida yang terbentuk dari reaksi esterifikasi gliserol dan asam lemak dan dikatalisis oleh enzim lipase.<sup>1</sup>



Gliserol adalah komponen pokok dari lipida yang merupakan alkohol gula (sugar alcohol), berasa manis, tidak berwarna, tidak berbau, berbentuk cairan pekat dan sangat bermanfaat di dunia obat-obatan. Sedangkan, asam lemak adalah asam karboksilat yang mempunyai atom karbon lebih dari 6, contohnya adalah asam palmitat, asam stearat dan asam linoleat. Ada dua jenis asam lemak, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh.





**Gambar 2.** Reaksi esterifikasi antara gliserol dan asam lemak

Seperti kebanyakan minyak goreng, minyak sawit juga mengandung trigliserida yang tersusun atas gliserol dan asam-asam lemak seperti, laurat, miristat, palmitat, stearat, oleat dan linoleat. Disamping itu minyak sawit juga mengandung senyawa yang tidak tersabunkan seperti karoten, tokoferol, sterol, fosfotida, alkohol dan lain-lainnya. Senyawa trigliserida yang paling banyak ditemukan dalam minyak sawit adalah tripalmitat, dipalmitosterat, oleodipalmitat, oleipalmitostearin, palmitodioleat dan tioleat.<sup>1</sup>

**Tabel 1.** Komposisi trigliserida dari minyak sawit<sup>6</sup>

Trigliserida	Jumlah (%)
Tripalmitin	3 – 5
Dipalmito – Stearine	1 – 3
Oleo – Miristopalmitin	0 – 5
Oleo – Dipalmitin	21 – 43
Oleo – Palmitostearine	10 – 11
Palmito – Diolein	32 – 48
Stearo – Diolein	0 – 6
Linoleo – Diolein	3 – 12

**Tabel 2.** Komposisi asam lemak pada minyak sawit <sup>10</sup>

Asam Lemak	Jumlah (%)
Asam Kaprilat	-
Asam Kaproat	-
Asam Miristat	1,1 – 2,5
Asam Palmitat	40 - 46
Asam Stearat	3,6 – 4,7
Asam Oleat	30 – 45
Asam Laurat	-
Asam Linoleat	7 – 11

Jumlah asam lemak terbanyak yang terdapat dalam minyak kelapa sawit adalah asam palmitat 40-46 %, yang merupakan asam lemak jenuh. Untuk jumlah asam lemak tidak jenuh, jumlah yang terbanyak adalah asam oleat yaitu sebanyak 30 - 45 %.

### 2.1.3. Asam Lemak

Asam lemak adalah asam karboksilat alifatik dengan ekor panjang bercabang (rantai), yang baik jenuh atau tak jenuh. Asam lemak berasal dari lemak dan minyak alami dapat diasumsikan memiliki minimal 8 atom karbon. Sebagian besar asam lemak alami memiliki jumlah atom karbon bahkan, karena mereka melibatkan biosintesis asetil-KoA, sebuah koenzim membawa sekelompok dua-karbon-atom. Bersama-sama dengan gliserol, merupakan penyusun utama minyak nabati atau lemak dan merupakan bahan baku untuk semua lipida pada makhluk hidup. Asam ini mudah dijumpai dalam minyak masak (goreng), margarin, atau lemak hewan dan menentukan nilai gizinya. Secara alami, asam lemak bisa berbentuk bebas (karena lemak yang terhidrolisis) maupun terikat sebagai gliserida.

Asam lemak memiliki empat peranan utama. Pertama, asam lemak merupakan unit penyusun fosfolipid dan glikolipid. Molekul-molekul amfipatik ini merupakan

komponen penting bagi membran biologi. Kedua, banyak protein dimodifikasi oleh ikatan kovalen asam lemak, yang menempatkan protein-protein tersebut ke lokasi-lokasinya pada membran. Ketiga, asam lemak merupakan molekul bahan bakar. Keempat, derivat asam lemak berperan sebagai hormon dan cakra intrasel.

Nama asam lemak secara sistematis berasal dari nama hidrokarbon induknya dengan mensubsitusikan *oat* untuk akhiran *a* terakhir. Misalnya, asam lemak jenuh C18 disebut asam oktadekanoat sebab hidrokarbon induknya adalah oktadekana. Suatu asam lemak C18 dengan satu ikatan rangkap disebut asam okta desinoat, dengan dua ikatan rangkap disebut okta- dienoat, dengan tiga ikatan rangkap, oktatrinoat. Simbol 18:0 menyatakan suatu asam lemak C18 tanpa ikatan rangkap, sedangkan 18:2 menandakan adanya dua ikatan rangkap.

Asam lemak merupakan asam lemah, dan dalam air terdisosiasi sebagian. Umumnya berfase cair atau padat pada suhu ruang (27° Celsius). Semakin panjang rantai C penyusunnya, semakin mudah membeku dan juga semakin sukar larut. Berdasarkan kerangka hidrokarbon, asam lemak dapat dibedakan atas dua golongan utama yaitu :

#### **2.1.3.1. Asam Lemak Jenuh (*Saturated acid*)**

Asam lemak jenuh tidak mengandung ikatan rangkap atau kelompok fungsional lainnya sepanjang rantai. Istilah "jenuh" merujuk pada hidrogen, karbon dalam bahwa semua (terlepas dari kelompok [-COOH asam karboksilat]) mengandung hidrogen sebanyak mungkin. Asam lemak jenuh, bentuk rantai lurus dan, sebagai hasilnya, dapat dikemas bersama sangat ketat, yang memungkinkan organisme hidup untuk menyimpan energi kimia yang sangat padat. Asam lemak jenuh pada minyak goreng umumnya terdiri dari asam miristat, asam palmitat, asam laurat dan asam kaprat.

Asam lemak jenuh bersifat lebih stabil (tidak mudah bereaksi) dari pada asam lemak tak jenuh. Asam lemak jenuh ditemukan dalam lemak hewani termasuk produk susu. Hanya dua lemak jenuh nabati yaitu kelapa dan minyak kelapa.

Biasanya kita mendapatkan proporsi terbesar lemak jenuh dari makanan seperti kue, biskuit, kue coklat dan keju.

### 2.1.3.2 Asam Lemak Tak Jenuh (*unsaturated acid*)

Asam lemak tidak jenuh merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas minyak goreng disamping asam lemak jenuh. Asam lemak tidak jenuh dalam minyak goreng sangat reaktif akibat adanya ikatan rangkap pada asam lemaknya. Asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat merupakan asam lemak tak jenuh yang terdapat pada minyak goreng yang masing-masing memiliki jumlah ikatan yang berbeda dalam struktur molekulnya.

Asam lemak tidak jenuh yang terdapat di dalam minyak dapat berada dalam dua bentuk yakni isomer *cis* dan *trans*. Asam lemak tak jenuh alami biasanya berada sebagai asam lemak *cis*, hanya sedikit bentuk *trans*. Jumlah asam lemak *trans* dapat meningkat di dalam makanan berlemak akibat dari proses pengolahan yang diterapkan seperti penggorengan.<sup>7</sup>

Asam lemak tidak jenuh memiliki manfaat yang cukup besar bagi tubuh manusia. Misalnya, asam linoleat dan asam linolenat yang mampu mencegah penyempitan pembuluh darah akibat penumpukan kolesterol.<sup>17</sup> Tetapi, apabila kandungan asam lemak tidak jenuh banyak terdapat dalam minyak goreng akan membuat minyak goreng tersebut cepat rusak selama proses pemanasan. Hal tersebut disebabkan karena asam lemak tak jenuh memiliki ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya, dimana ikatan tersebut cepat rusak karena pemanasan. Biasanya dari proses pemanasan tersebut ikatan rangkap dari asam lemak tak jenuh akan mengalami reaksi oksidasi menjadi asam lemak *trans*, peroksida, radikal bebas, aldehid dan keton, dimana senyawa-senyawa tersebut dapat membahayakan kesehatan.

Kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak jika dipakai untuk menggoreng menyebabkan minyak akan menjadi kental, karena terjadi proses polimerisasi, sehingga secara fisik tampak seperti oli mobil.<sup>10</sup> Di samping itu, penggorengan dengan suhu tinggi akan menghasilkan *trans fatty acids* dan *free radicals* yang terkenal bersifat toksik dan karsinogenik.<sup>16</sup> Gabungan dari *trans fatty*

*acid* dan *free radicals* yang ditambah dengan kelebihan kolesterol dan timbunan lemak dalam jaringan tubuh inilah yang menjadi dasar penyebab utama berbagai jenis penyakit kardiovaskuler, tekanan darah tinggi, stroke, kencing manis, obesitas, over weight, kanker dan sebagainya.<sup>8</sup>

Efek yang ditimbulkan oleh asam lemak tak jenuh ini tidak lain disebabkan oleh adanya beberapa ikatan rangkap dan gugus hidroperoksida akibat proses oksidasi ataupun pemanasan. Ikatan dan gugus ini oleh asam lemak pada suhu ruang dirombak akibat hidrolisis atau oksidasi menjadi hidrokarbon, alkanal, atau keton, serta sedikit epoksi dan alkohol sehingga menimbulkan ketengikan. Bau yang kurang sedap muncul akibat campuran dari berbagai produk ini.

Minyak goreng dengan kandungan asam lemak tidak jenuh tinggi kurang baik bila digunakan untuk minyak goreng apalagi dalam pemakaian yang berulang. Pada suhu tinggi, asam lemak tidak jenuh sangat mudah sekali teroksidasi dan menimbulkan senyawa-senyawa yang berdampak negatif bagi kesehatan.

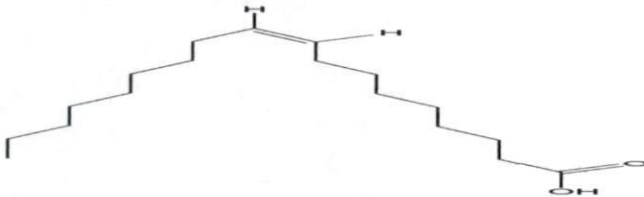
Asam lemak tak jenuh tersusun dari rantai 18 atom karbon.<sup>15</sup> Hanya jumlah ikatan rangkapnya saja yang berbeda. Asam lemak tak jenuh merupakan asam lemah dan dalam air terdisosiasi sebagian. Umumnya berfase cair atau padat pada suhu ruang (27° C). Sedikit sukar larut dalam air karena memiliki 18 atom C. Ada dua macam asam lemak tak jenuh yang terdapat pada minyak yaitu *Monounsaturated fatty acids (MUFAs)* yang memiliki ikatan rangkap hanya satu seperti asam oleat dan *Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)* yang ikatan rangkapnya lebih dari satu seperti asam linoleat dan linolenat. Dibawah ini adalah rumus molekul dari asam lemak tak jenuh.<sup>9</sup>

**Tabel 3.** Jenis –jenis asam lemak tak jenuh pada minyak

Nama trivial	Nama IUPAC	Singkatan
Asam oleat	Asam 9 - oktadekenoat	C 18:1
Asam linoleat	Asam 9,12 - oktadekadienoat	C 18:2
Asam linolenat	Asam 9,12,15 - oktadekatrienoat	C 18:3

### 2.1.3.2.1. Asam Oleat

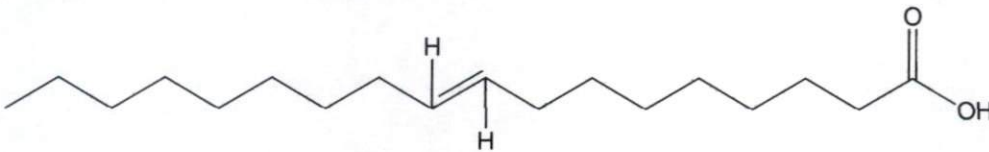
Asam oleat merupakan salah satu asam lemak tak jenuh. Asam ini memiliki jumlah atom karbon sebanyak 18 dengan 1 ikatan rangkap. Titik leleh dari asam oleat adalah sebesar 16,3 °C. Nama lain dari asam oleat adalah *cis*-9-asam oktadekanoat. Struktur dari asam oleat dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Struktur asam oleat (*cis*-9-asam oktadekanoat)

Asam oleat merupakan salah satu komponen utama dalam minyak kelapa sawit dimana kandungannya adalah sebanyak 30-45 % . Asam oleat mampu menurunkan kadar kolesterol darah dan LDL tanpa mengurangi kadar HDL (kolesterol baik) sehingga dapat menekan timbulnya penyakit jantung koroner.

Asam oleat jika dipanaskan pada suhu yang cukup tinggi akan membentuk asam lemak *trans*-nya yaitu asam elaidat. Struktur dari asam elaidat dapat dilihat pada gambar 3. Asam lemak *trans* ini merupakan asam yang cukup berbahaya bagi tubuh, karena ia bersifat sangat stabil sehingga sulit untuk dimetabolisme oleh tubuh.



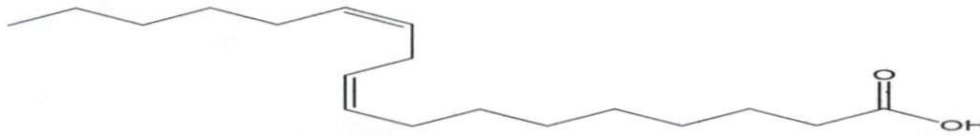
**Gambar 4.** Struktur asam elaidat (*trans*-9-asam oktadekanoat)

Jumlah asam elaidat yang terbentuk dalam minyak goreng akan bertambah sejalan dengan semakin banyaknya pengulangan yang dilakukan terhadap minyak goreng tersebut.<sup>16</sup>

### 2.1.3.2.2. Asam Linoleat

Asam linoleat adalah asam lemak tak jenuh dengan dua buah ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya dan memiliki jumlah atom C sebanyak 18 buah. Nama lain dari asam lemak ini adalah *cis, cis*, - 9, 12 - asam oktadekanoat. Titik leleh dari

asam linoleat adalah  $-5^{\circ}\text{C}$ . Struktur dari asam linoleat dapat dilihat pada gambar 10.



**Gambar 5.** Struktur asam linoleat (*cis,cis*,-9,12-asam oktadekanoat)

Asam linoleat ini disebut juga asam esensial karena dia dibutuhkan oleh tubuh tetapi tidak bisa disintesis oleh tubuh. Asam ini merupakan prekursor untuk pembentukan omega-3.<sup>16</sup> Kandungan asam linoleat dalam minyak goreng adalah sekitar 7-11 %. Kestabilan asam linoleat lebih rendah dibandingkan asam oleat, karena memiliki 2 buah ikatan rangkap. Selama proses pemanasan minyak, asam linoleat akan cepat mengalami reaksi oksidasi lebih cepat jika dibandingkan asam oleat. Reaksi oksidasi tersebut dapat juga membantu senyawa trans dari asam linoleat yaitu asam linoleidat.

#### 2.1.3.2.3. Asam Linolenat<sup>18</sup>

Asam linolenat merupakan salah satu asam lemak yang terkandung dalam komposisi minyak goreng. Asam linolenat ini merupakan asam lemak tak jenuh yang memiliki tiga buah ikatan rangkap. Rumus molekul dari asam linolenat ini adalah  $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$ . Asam linolenat ini memiliki beberapa isomer antara lain  $\alpha$ -linolenat (ALA), dan  $\gamma$ -linolenat.

Alpha-linolenat merupakan asam lemak esensial omega-3, sedangkan gamma-linoleat merupakan asam lemak esensial omega-6. Asam linolenat ini memiliki kegunaan yang sangat penting dalam tubuh manusia. Asam linolenat ini merupakan salah satu prekursor dalam pembentukan AA dan DHA bersama dengan asam linoleat.



**Gambar 6.** Struktur asam linolenat

#### **2.1.4. Minyak Jelantah**

Minyak goreng biasanya bisa digunakan hingga 3 - 4 kali penggorengan disebut minyak jelantah (jika digunakan berulang kali maka minyak akan berubah warna). Minyak jelantah akan mengalami beberapa reaksi yang dapat menurunkan mutunya. Suhu pemanasan yang tinggi dapat menghasilkan akrolein. Akrolein adalah sejenis aldehid yang dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan. Selama proses pemanasan akan terjadi perubahan-perubahan komposisi dari minyak yang digunakan sebagai media penggorengan dan juga makanan yang digoreng akan mengalami penurunan nilai gizi.<sup>17</sup>

Kerusakan minyak yang utama ditimbulkan dari bau dan rasa tengik yang dihasilkan melalui proses autooksidasi radikal asam lemak tak jenuh dalam minyak. Radikal ini dengan oksigen di udara membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hiperperoksida yang bersifat sangat tidak stabil dan mudah pecah membentuk senyawa dengan rantai karbon pendek. Senyawa dengan rantai karbon pendek ini dapat berupa asam-asam lemak, aldehid-aldehid dan keton yang bersifat volatil dan menimbulkan bau tengik.<sup>1</sup>

#### **2.1.5 Minyak Pelikan**

Minyak pelikan adalah bagian minyak yang mempunyai sifat tidak dapat disabunkan. Keberadaan minyak pelikan dalam minyak goreng merupakan sebuah *impurities*. Menurut SNI 01-3741-2002 minyak goreng harus memberikan uji negatif terhadap minyak pelikan.

Minyak pelikan biasanya timbul akibat ekstraksi minyak pangan dalam bahan pangan yang berada keadaan tidak murni dan bercampur dengan komponen-komponen lain yang disebut fraksi lipida. Fraksi lipida terdiri dari minyak, lemak (*edible fat/oil*), *wax*, fosfolipida, sterol, hidrokarbon dan pigmen. Fraksi lipid dalam bahan pangan biasanya dipisahkan dari persenyawaan lain yang terdapat dalam bahan pangan dengan ekstraksi menggunakan pelarut seperti petroleum eter, etil, ester, kloroform atau benzena. Fraksi yang larut disebut "fraksi yang larut dalam eter" atau lemak kasar.<sup>10</sup> Untuk membedakan komponen-komponen fraksi lipida dipergunakan



NaOH. Minyak/ lemak pangan, wax dan fosfolipida dapat disabunkan dengan NaOH sedangkan sterol, hidrokarbon dan pigmen adalah fraksi yang tidak tersabunkan.

Minyak pelikan juga dapat digambarkan sebagai komponen non-trigliserida. Fase minor pada minyak goreng ini juga dapat mempengaruhi rasa, aroma dan warna. Kandungan minyak sawit yang terdapat dalam jumlah sedikit ini, sering memegang peranan penting dalam menentukan mutu minyak.

## 2.2 Tebu

Tebu merupakan salah satu jenis tanaman yang hanya dapat ditanam di daerah yang memiliki iklim tropis. Di Indonesia, perkebunan tebu menempati luas areal  $\pm$  233 ribu hektar, yang tersebar di Medan, Lampung, Semarang, Solo, dan Makassar. Dari seluruh perkebunan tebu yang ada di Indonesia, 50% di antaranya adalah perkebunan rakyat, 30% perkebunan swasta, dan hanya 20% perkebunan Negara.



**Gambar 7.** Gambar tebu

Pada tahun 2002 produksi tebu Indonesia mencapai  $\pm$ 2 juta ton. Tebu-tebu dari perkebunan diolah menjadi gula di pabrik-pabrik gula. Dalam proses produksi di pabrik gula, ampas tebu dihasilkan sebesar 90% dari setiap tebu yang diproses, gula yang dimanfaatkan hanya 5%, sisanya berupa tetes tebu (*molase*) dan air.

Ampas tebu atau lazimnya disebut bagas, adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Dari satu pabrik dihasilkan ampas tebu sekitar 35 – 40% dari berat tebu yang digiling (Indriani dan Sumiarsih, 1992). Husin (2007) menambahkan, berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia

(P3GI) ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling. Pada musim giling 2006 lalu, data yang diperoleh dari Ikatan Ahli Gula Indonesia (Ikagi) menunjukkan bahwa jumlah tebu yang digiling oleh 57 pabrik gula di Indonesia mencapai sekitar 30 juta ton (Anonim, 2007b), sehingga ampas tebu yang dihasilkan diperkirakan mencapai 9.640.000 ton. Namun, sebanyak 60% dari ampas tebu tersebut dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar, bahan baku untuk kertas, bahan baku industri kanvas rem, industri jamur dan lain-lain. Oleh karena itu diperkirakan sebanyak 45 % dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan (Husin, 2007).

Ampas tebu sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan. Bagase mengandung air 48 - 52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat bagase tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin (Husin, 2007).

Menurut Husin (2007) hasil analisis serat bagas adalah seperti dalam

**Tabel 4.** Komposisi kimia ampas tebu

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65
Sari	1,81
Pentosan	27,97
SiO <sub>2</sub>	3,01

### 2.3. Adsorbsi

Adsorbsi merupakan peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorbsi atau adsorben. Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorbsi

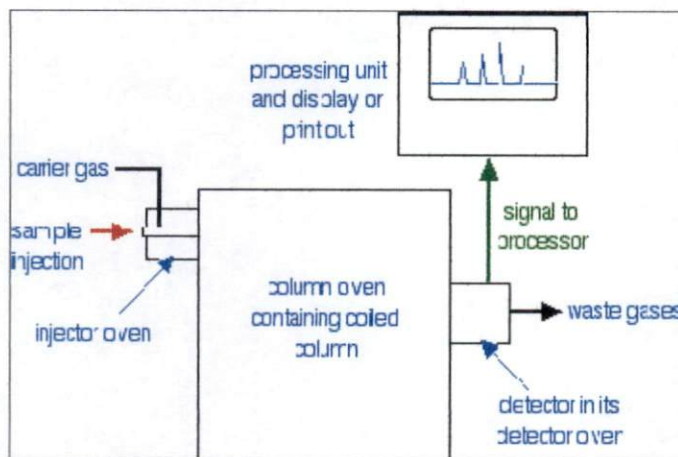
kimia yang merupakan ikatan kuat antara penyerap dan zat yang diserap sehingga tidak mungkin terjadi proses bolak balik. Ditinjau dari bahan yang teradsorpsi dan bahan pengadsorben adalah dua fasa yang berbeda, oleh sebab itu dalam peristiwa adsorpsi, materi teradsorpsi akan terkumpul antar muka kedua fasa tersebut.

Peristiwa adsorpsi pada prinsipnya adalah netralisasi gaya tarik yang keluar dari suatu permukaan. Gaya tarik inter molekuler pada permukaan dan dengan yang berada pada bagian dalam suatu material adalah tidak sama. Molekul pada permukaan cenderung menarik molekul disekitarnya, maka molekul pada permukaan akan saling terikat lebih kuat satu sama lain, dan dapat menekan molekul dibawah permukaan, sehingga muncullah pengertian tegangan permukaan.

Adsorpsi dapat diklasifikasikan menjadi adsorpsi fisika (fisisorpsi) dan adsorpsi kimia (kemisorpsi). Adsorpsi fisika terdapat gaya tarik van der Waals antara adsorbat dengan adsorben, sedangkan pada adsorpsi kimia, partikel melekat pada permukaan dan membentuk ikatan kimia (ikatan kovalen) dan cenderung mencari tempat yang memaksimalkan bilangan koordinasinya dengan substrat.<sup>19</sup>

#### 2.4. Kromatografi Gas – Spektroskopi Massa<sup>12,13</sup>

Kromatografi gas adalah suatu proses pemisahan campuran dengan menggunakan fase gerak berupa gas dan fase diamnya adalah cair.



Gambar 8. Bagan kromatografi gas

Gas pada kromatografi ini berperan dalam membawa analit yang akan dipisahkan dari injection port menuju kolom dengan bantuan lajur alir bertekanan tinggi. Didalam kolom terjadi interaksi antara fase gerak, fase diam dan analit. Sampel dapat terfraksinasi karena adanya perbedaan partisi dengan fase diam. Sampel yang larut baik dengan fase diam akan lama tertahan dikolom sehingga memiliki waktu retensi yang besar. Sebaliknya sampel yang kurang larut dalam fase diam memiliki waktu retensi yang singkat.

Pemilihan fase gerak yang akan digunakan sangat bergantung pada detektor yang dipakai. Sifat yang harus dimiliki oleh gas pembawa pada kromatografi gas ini adalah inert untuk mencegah interaksi dengan sampel ataupun fase diam, dapat menimbulkan difusi gas, murni, dan cocok dengan detektor yang akan digunakan

Fase diam yang digunakan pada kromatografi ini berupa cairan mikroskopik atau polimer. Biasanya penggunaan cairan sebagai fase diam disertai dengan adanya bahan penyangga yang lembam atau lebih dikenal sebagai *solid support*. Fase diam dilapiskan pada dinding kapiler atau disapukan pada *solid support*. Suatu kromatografi gas disusun atas :

1. Tabung bertekanan tinggi, untuk menyuplai gas pembawa. Gas yang biasa digunakan yaitu helium, nitrogen, hidrogen atau argon. Pemilihan gas tergantung pada faktor seperti ketersediaan, kemurnian, konsumsi dan tipe detektor yang digunakan. Helium banyak digunakan karena cocok untuk detektor konduktivitas thermal, hal ini disebabkan oleh tingginya konduktivitas termalnya relatif terhadap konduktivitas uap kebanyakan senyawa organik. Ini dikaitkan dengan suplai bertekanan tinggi dari gas yaitu pengaturan tekanan dan pengukuran aliran untuk mengendalikan aliran gas.
2. *Injection port*. Sebagai tempat memasukkan sampel menggunakan syringe mikro dengan jarum hipodermik. Temperatur pada *injection port* diatur sedemikian rupa sehingga cairan cepat teruapkan, namun tidak menguraikan sampel. Temperatur yang digunakan hendaklah kira-kira sama dengan titik didih komponen. Volume sampel disuntikkan kira-kira 1 sampai 10 mikroliter.

3. Kolom, merupakan jantung dari kromatografi. Pada kolomlah terjadi proses pemisahan. Biasanya kolom analisis dibuat dengan pipa kaca berdiameter dalam 2-6 mm atau pipa logam berdiameter luar 3- 10 mm, yang biasanya dikumparkan agar tidak memakan tempat. Bahan yang digunakan sebagai *solid support* haruslah mempunyai ukuran partikel yang seragam, cukup kuat dan tidak remuk dalam penanganan, mampu dikemas menjadi suatu penyangga yang seragam didalam kolom. Luas permukaan bahan itu hendaknya besar sehingga membantu perataan fase cair sebagai lapisan tipis dan memastikan tercapainya kesetimbangan antara fase diam dan fase gerak.
4. Detektor, terletak pada ujung keluar dari kolom pemisahan, berfungsi untuk merasakan dan mengukur kuantitas kecil dari komponen yang telah dipisahkan yang ada dalam aliran gas pembawa yang meninggalkan kolom. Keluaran dari detektor diumpan ke sebuah perekam yang menghasilkan kromatogram. Pemilihan detektor bergantung pada faktor tingkat konsentrasi sampel dan sifat dasar komponen-komponen yang akan dipisahkan. Kebanyakan digunakan adalah sel konduktivitas termal untuk analisis dalam mikrogram, sedangkan untuk pengukuran sampai tingkat pikogram diperlukan detektor yang lebih peka seperti yang didasarkan pada fenomena pengionan. Detektor yang paling banyak digunakan dalam kromatografi gas yaitu senyawa seperti logam dalam detektor konduktivitas termal, pengionan nyala dan penangkapan elektron.

Biasanya untuk pengukuran sampel berupa senyawa organik, kromatografi gas ditandemkan dengan spektroskopi massa. Setelah sampel dipisahkan satu per satu oleh kromatografi gas, spektroskopi massa kemudian menguraikannya menjadi ion molekul atau fragmen ionik yang dapat dipisahkan menurut massanya. Pemisahan senyawa menjadi ion molekul dan fragmen ionik ini dapat digunakan sebagai analisa kualitatif.

Spektrum massa dapat diperoleh dengan mengubah senyawa suatu sampel menjadi ion positif yang bergerak cepat yang dipisahkan berdasarkan perbandingan massa terhadap muatan ( $m/e$ ). Proses ionisasi ini terjadi akibat senyawa ditembakkan elektron sehingga massa yang terdistribusikan spesifik terhadap senyawa induk.

Spektrum massa merupakan rangkaian puncak dengan tinggi yang berbeda-beda. Bentuk spektrumnya bergantung pada sifat molekul, potensial ionisasi, konstruksi alat dan kemampuan sampel untuk menguap. Untuk menghasilkan spektrum massa biasanya dibutuhkan 7-15 mv untuk menghasilkan proses ionisasi oleh berkas elektron. Semakin besar energi berkas elektron maka intensitas molekul menjadi kecil karena kelebihan energi yang diterima digunakan untuk berfragmentasi menjadi massa yang lebih kecil. Jadi dengan menggunakan spektroskopi massa memungkinkan kita untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang tidak diketahui.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, Padang dan di Laboratorium Kimia Organik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan dari bulan November 2009 sampai April 2010.

#### 3.2 Alat Dan Bahan

##### 3.2.1. Alat

Alat yang digunakan adalah kromatografi gas (GC), kromatografi gas - spektroskopi massa (GCMS-QP2010S SHIMADZU dengan kolom HP-5MS dapat dilihat pada lampiran 14), neraca analitik, penangas air, standar dan peralatan gelas.

##### 3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan antara lain, minyak sawit jelantah, ampas tebu, akuades; alkohol 96% ; kalium hidroksida alkoholik 0,5 N.

#### 3.3 Pembuatan Reagen Larutan KOH alkoholik 0,5 N

Sebanyak 2,8 g KOH dilarutkan dalam 100 mL alkohol

#### 3.4 Metodologi

##### 3.4.1. Pembuatan Minyak Jelantah 1 – 4 Kali Penggorengan

Sebanyak 30 L minyak baru digunakan untuk menggoreng 12 potong tahu yang telah di bumbu dengan kunyit dan garam. Penggorengan pertama dengan satu wadah penggorengan yang sama dilakukan untuk 30 L minyak tersebut pada hari pertama. Minyak hasil penggorengan pertama digunakan untuk penggorengan berikutnya hingga 4 kali penggorengan selama 4 hari berturut-turut.

#### **3.4.2. Pembuatan Adsorben Ampas Tebu**

Ampas tebu sebelum digunakan dicuci bersih menggunakan air, kemudian dijemur lebih kurang 3 hari atau sampai ampas tebu kering. Setelah kering ampas dihaluskan menggunakan gerinda dengan ukuran partikel 180  $\mu\text{M}$  dengan menggunakan ayakan dan dibuat variasi massa ampas tebu yaitu (3 dan 9)g untuk asam lemak tak jenuh dan minyak pelikan .

#### **3.4.3. Penentuan Massa Optimum**

Ampas tebu dengan ukuran partikel 180  $\mu\text{M}$  dengan variasi massa 3g dan 9g untuk asam lemak tak jenuh dan minyak pelikan dengan massa 3g, 5g, 7g dan 9g. Masing-masing variasi massa ampas tebu direndam dalam 70 mL minyak jelantah selama 10 hari. Perendaman dilakukan dalam wadah tertutup kemudian disaring dengan kain kasa dan kertas saring Whatman No.41. Kemudian dilakukan analisis kandungan asam lemak tak jenuh dan uji minyak pelikannya pada minyak goreng baru, minyak empat kali penggorengan dan minyak jelantah pasar .

#### **3.4.4. Penentuan Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh**

Sampel dianalisis GC-MS yang dilakukan di laboratorium kimia organik UGM dengan kondisi GC-MS: kolom HP 5 MS, panjang kolom 30m, ID 0,25mm, suhu kolom 80°C, gas pembawa Helium, suhu injeksi 300°C, tekanan 16,5 kPa, total flow 60 mL/menit, kolom flow 0,50 mL/menit.

#### **3.4.5. Penentuan Minyak Pelikan<sup>(4)</sup>**

Diambil 1 ml sampel dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian tambahkan 5 mL KOH 0,5 N dalam alkohol 96 % dan dipanaskan dalam penangas air. Kemudian ditambahkan air, lalu didiamkan. Jika larutan menjadi keruh menandakan adanya minyak pelikan.

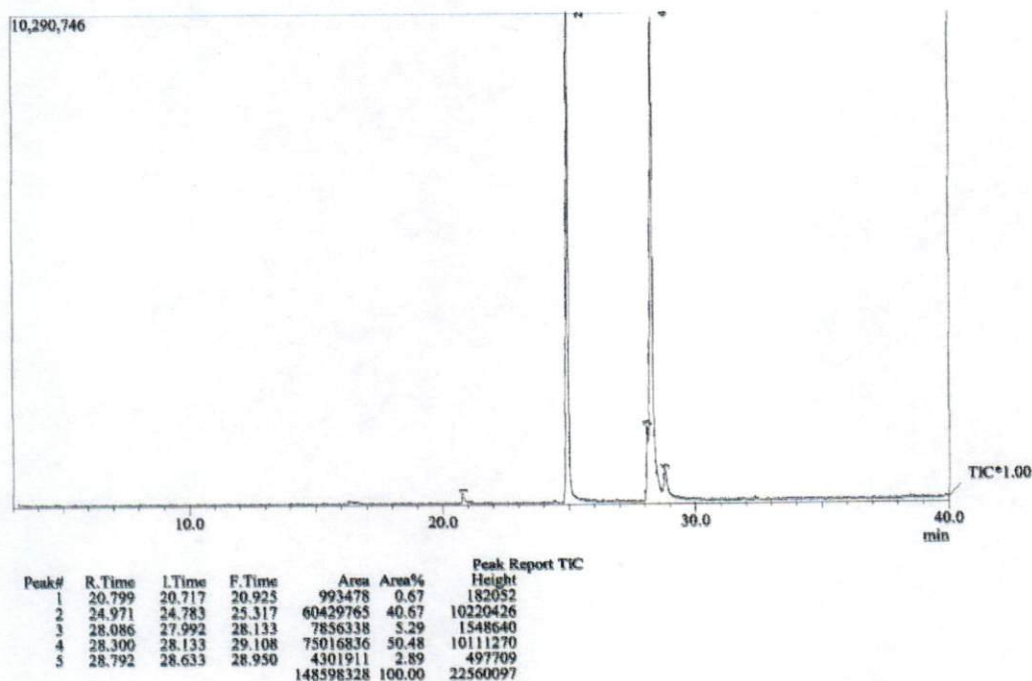


## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Analisis Asam Lemak Tak Jenuh

Analisis kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak baru, minyak empat kali penggorengan tahu dan minyak jelantah penggorengan tahu pasar baik sebelum maupun sesudah diserap ampas tebu dilakukan dengan menggunakan GC-MS untuk melihat kandungan asam lemak tak jenuh pada masing-masing perlakuan digunakan kromatogram standar campuran asam linoleat dan oleat sebagai acuan untuk mengamati adanya asam linoleat dan oleat.

Menurut Ketaren, minyak goreng dapat mengandung 3 jenis asam lemak tidak jenuh yaitu asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat. Pada pengukuran sampel ini hanya ditemukan 2 jenis asam lemak tidak jenuh yaitu asam oleat dan asam linoleat sedangkan asam linolenat tidak ditemukan. Keberadaan senyawa oleat dan linoleat dalam sampel pada setiap perlakuan, diidentifikasi dengan membandingkan data GC-MS sampel dengan data GC-MS standar campuran asam linoleat dan oleat (gambar 9).

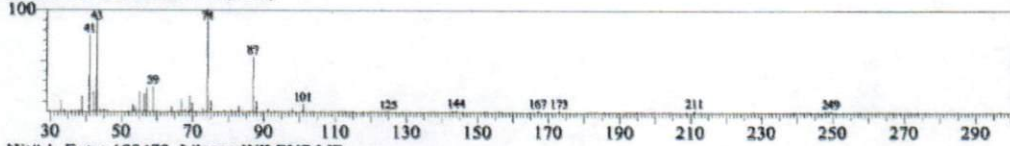


Gambar 9. Kromatogram standar campuran asam linoleat dan oleat

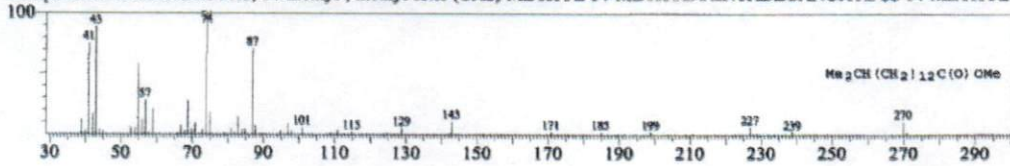
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:20.800(Scan#:2113) MassPeaks:42  
RawMode:Single 20.800(2113) BasePeak:74.05(34907)  
BG Mode:Peak Start 20.717(2103)

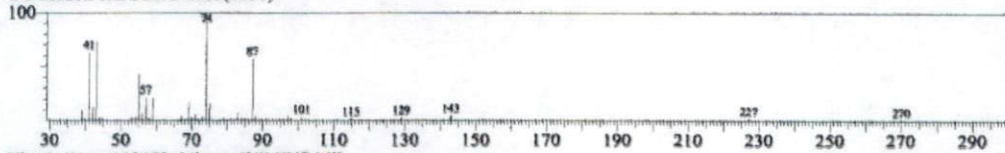


Hit#:1 Entry:180472 Library:WILEY7.LIB  
SI:86 Formula:C17 H34 O2 CAS:5129-60-2 MolWeight:270 RetIndex:0  
CompName: Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (CAS) METHYL 14-METHYL-PENTADECANOATE \$\$ 14-METHYL-

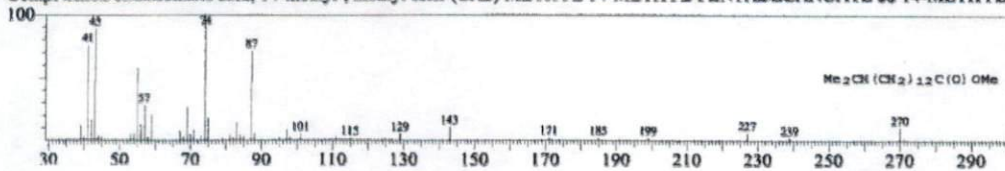


<< Target >>

Line#:2 R.Time:24.967(Scan#:2613) MassPeaks:39  
RawMode:Single 24.967(2613) BasePeak:74.00(1871257)  
BG Mode:Peak Start 24.783(2591)

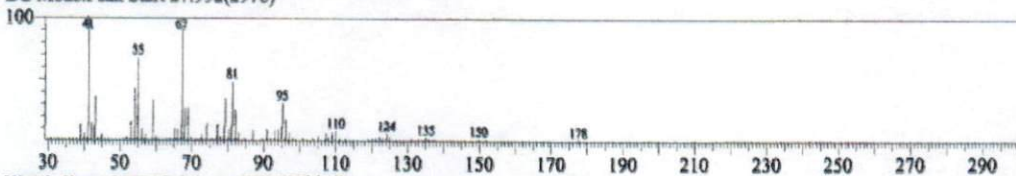


Hit#:1 Entry:180472 Library:WILEY7.LIB  
SI:93 Formula:C17 H34 O2 CAS:5129-60-2 MolWeight:270 RetIndex:0  
CompName: Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (CAS) METHYL 14-METHYL-PENTADECANOATE \$\$ 14-METHYL-

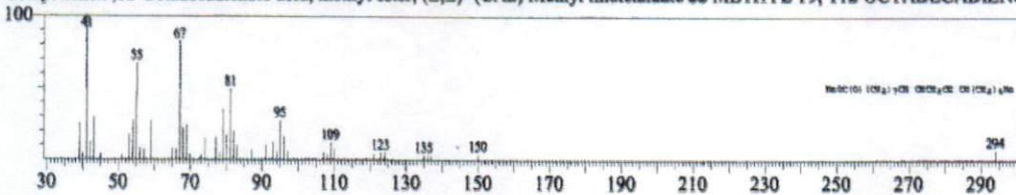


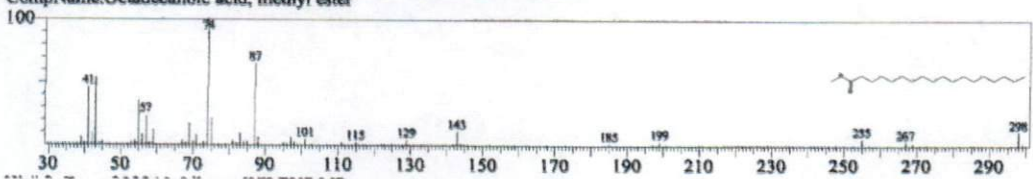
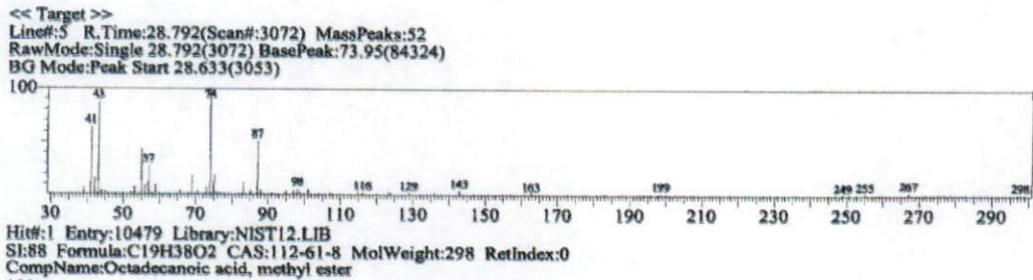
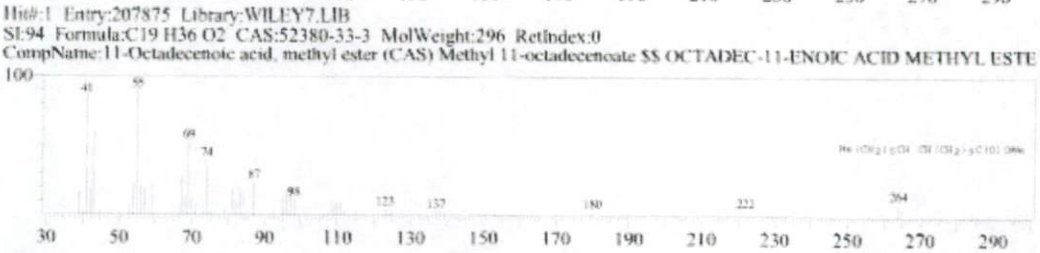
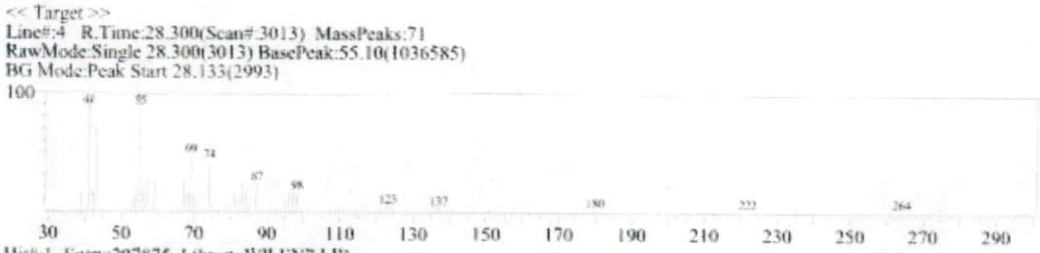
<< Target >>

Line#:3 R.Time:28.083(Scan#:2987) MassPeaks:69  
RawMode:Single 28.083(2987) BasePeak:41.05(179052)  
BG Mode:Peak Start 27.992(2976)



Hit#:1 Entry:205807 Library:WILEY7.LIB  
SI:94 Formula:C19 H34 O2 CAS:2566-97-4 MolWeight:294 RetIndex:0  
CompName: 9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)- (CAS) Methyl linoleidate \$\$ METHYL T9, T12 OCTADECADIENC





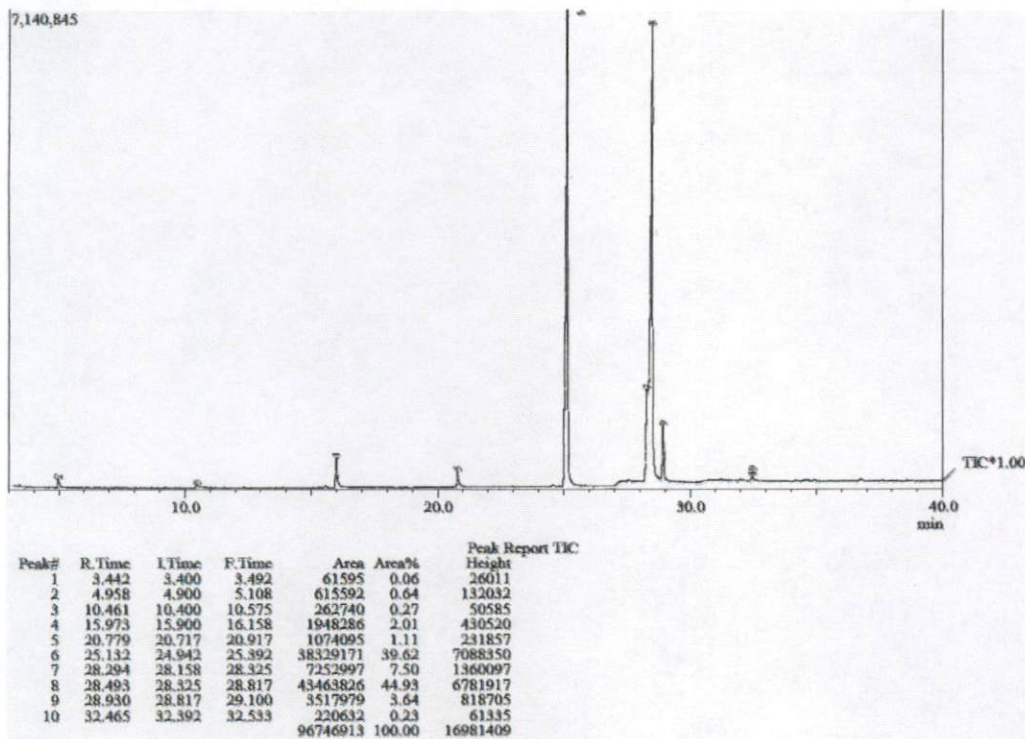
Gambar 10. Spektrum MS standar campuran asam lemak tak jenuh

Nihilnya kandungan asam linolenat dalam minyak goreng dapat diakibatkan oleh terputusnya ikatan rangkap pada asam linolenat yang semula berjumlah 3 buah menjadi asam linoleat yang memiliki 2 ikatan rangkap atau asam oleat (1 ikatan rangkap), karena kandungannya yang sedikit dalam minyak goreng mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi sehingga kandungan asam linolenat pun menjadi tidak ada.

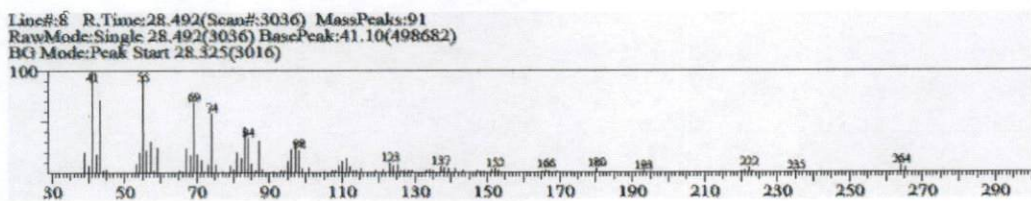
Ketidakadaan kandungan asam linolenat dalam sampel sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Nurhaida bahwa dalam minyak kelapa sawit tidak terdapat asam linolenat. Asam linolenat hanya ditemukan pada minyak zaitun, minyak jagung dan lemak hewani. Ketidakadaan kandungan asam linolenat pada

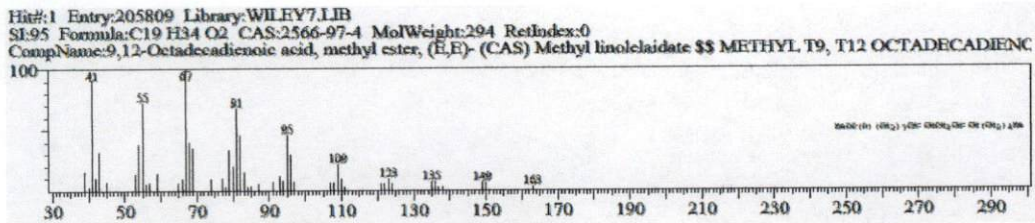
sampel dapat menyatakan bahwa minyak tersebut telah sesuai dengan standar SNI 01-3741-2002. Menurut SNI, kandungan asam linolenat hanya diperbolehkan maksimal 2 %.

Pada kromatogram standar campuran asam oleat dan linoleat gambar 9 terdapat 5 puncak. Asam lemak tak jenuh yang terdeteksi pada kromatogram standar campuran terdapat pada puncak 3 dan 4. Pada puncak 3 asam lemak tak jenuh yang terdeteksi adalah *9-12 octadecadienoic acid* dengan waktu retensi 28,083 menit merupakan asam linoleat sedangkan puncak ke-4 asam lemak tak jenuh yang terdeteksi adalah *11-octadecenoic acid* dengan waktu retensi 28,300 menit merupakan asam oleat.

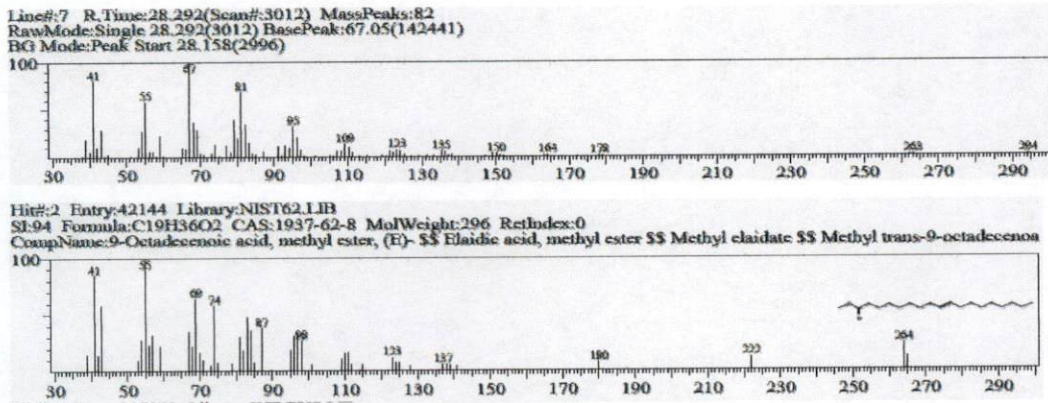


Gambar 11. Kromatogram minyak baru



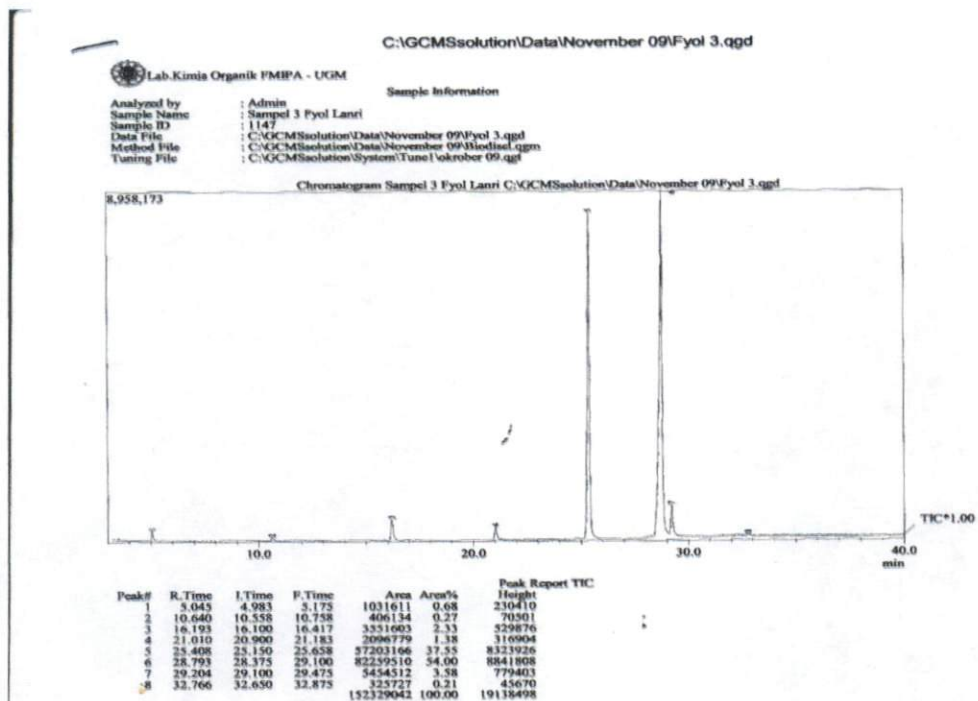


Gambar 12. Spektrum massa asam linoleat pada minyak goreng baru

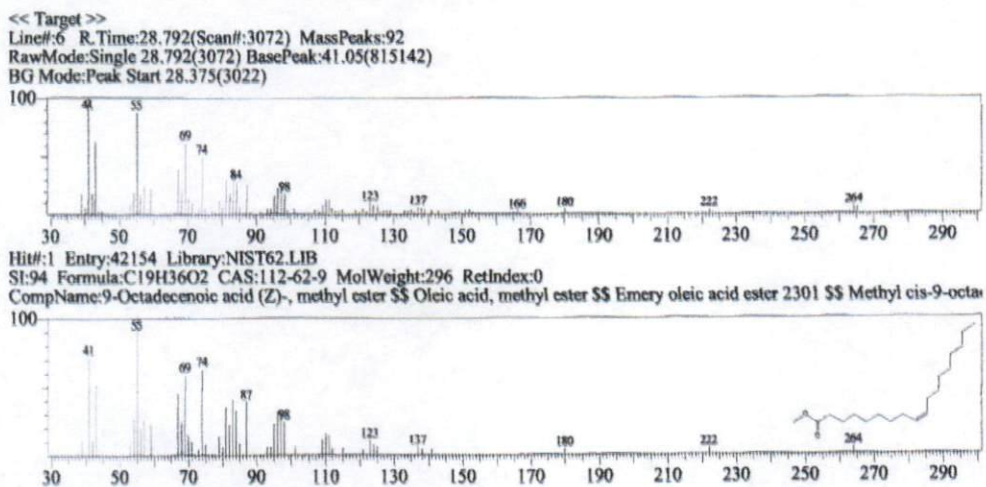


Gambar 13. Spektrum massa asam oleat pada minyak goreng baru

Dari hasil analisis dengan menggunakan GC-MS, minyak goreng baru menghasilkan 10 puncak yang dapat dilihat pada gambar 15. Asam lemak tak jenuh ditentukan dari hasil spektrum massa. Pada kurva kromatogram asam linoleat muncul pada puncak ke-7 dengan waktu retensi 28,294 menit. Setelah itu hasil analisis spektroskopi massa dari fragmen-fragmen sampel dibandingkan dengan *database*. Dari *database* sampel memiliki tingkat kecocokan paling besar dengan standar asam 9,12-*octadecadienoic* dengan indeks kemiripan (SI) sebesar 95 %. Sedangkan asam oleat pada kurva kromatografi muncul pada puncak ke-8 dengan waktu retensi 28,493 menit. Setelah itu dibandingkan hasil fragmentasi sampel dengan *database*, maka sampel memiliki fragmen yang identik dengan standar 9-*octadecenoic acid* dengan indeks kemiripan sebesar 94 %. Jadi sampel pada puncak ke-7 dan ke-8 terdapat asam linoleat dan oleat.



Gambar 14. Kromatogram minyak empat kali penggorengan

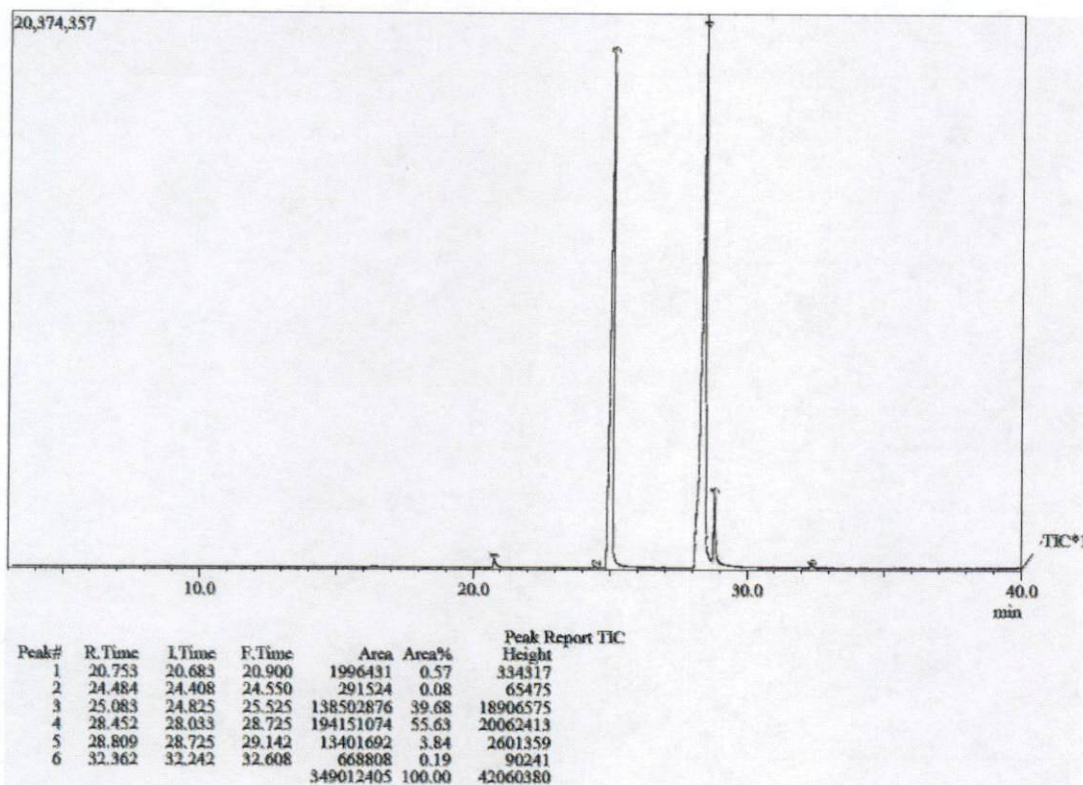


Gambar 15. Spektrum massa asam oleat pada minyak empat kali penggorengan

Dari hasil kromatogram untuk minyak goreng empat kali penggorengan sebelum diserap dengan ampas tebu menghasilkan 8 puncak. Asam oleat merupakan satu-satunya asam lemak tak jenuh yang tinggal pada minyak goreng empat kali penggorengan. Hasil ini dapat dilihat dari kurva kromatogram gambar 18, dimana

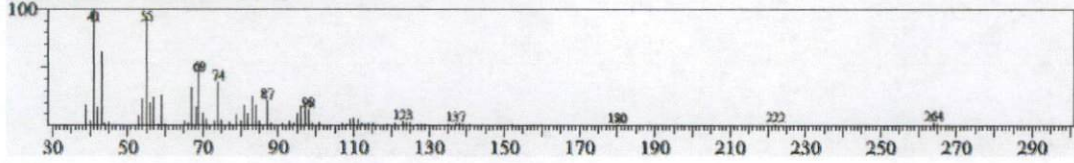
asam oleat terdeteksi pada puncak ke-6 dengan waktu retensi 28,793 menit. Kandungan asam oleat pada sampel ini dibandingkan dengan *database* dan ternyata fragmen - fragmen sampel memiliki keidentikan dengan standar *9-octadecenoic acid* dengan indeks kemiripan sebesar 94 % sehingga sampel dapat dikatakan asam oleat.

Setelah itu minyak empat kali penggorengan dimurnikan dengan menggunakan adsorben berupa ampas tebu. Digunakan ampas tebu sebagai adsorben karena ampas tebu memiliki kandungan selulosa yang tinggi yang bersifat gugus aktif sehingga dapat digunakan sebagai peningkatan mutu minyak jelantah (Rukmini,2007). Minyak tersebut akan diserap oleh ampas tebu karena adanya gugus hidroksil pada selulosa yang bersifat non polar dimana asam lemak tak jenuh juga bersifat non polar sehingga asam linolenat lebih dulu diserap oleh ampas tebu karena ikatan rangkapnya putus pada saat penggorengan.

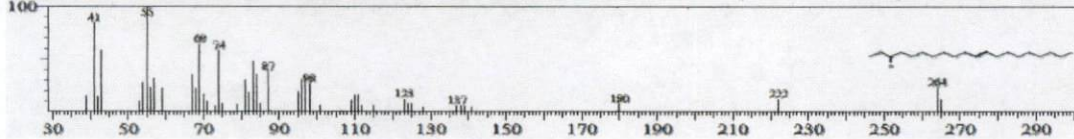


**Gambar 16.** Kromatogram minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 3g ampas tebu

Line#:4 R.Time:28.450(Scan#:3031) MassPeaks:71  
 RawMode:Single 28.450(3031) BasePeak:41.00(2355229)  
 BG Mode:Peak Start 28.033(2981)

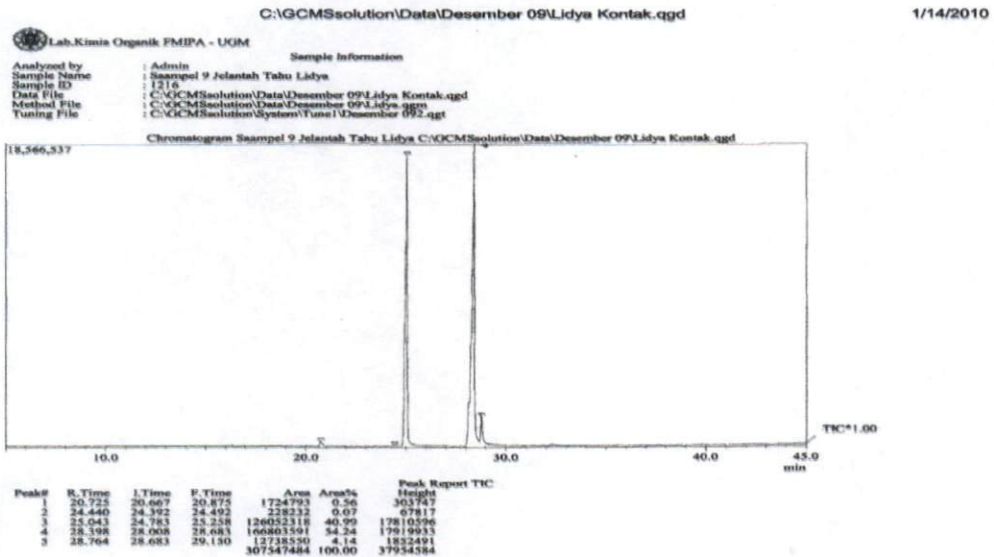


Hit#:2 Entry:42144 Library:NIST62.LIB  
 SI:94 Formula:C19H36O2 CAS:1937-62-8 MolWeight:296 RetIndex:0  
 CompName:9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- \$\$ Elaidic acid, methyl ester \$\$ Methyl claidate \$\$ Methyl trans-9-octadecenoa



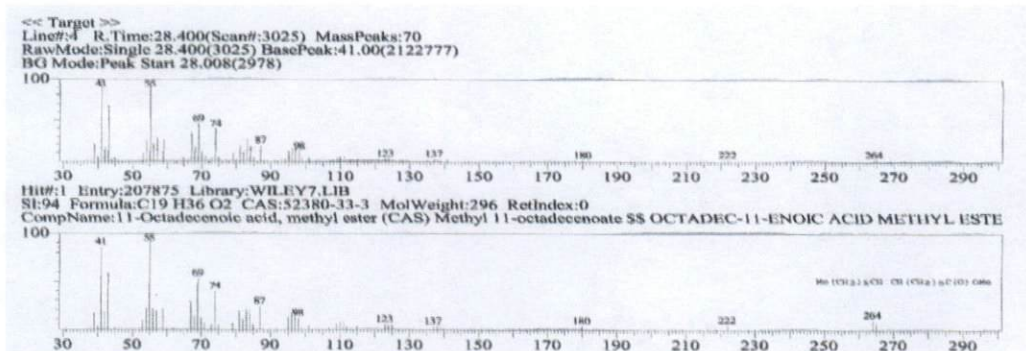
**Gambar 17.** Spektrum massa asam oleat pada minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 3g ampas tebu

Dari analisis dengan GC-MS untuk minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 3 g ampas tebu asam yang terdeteksi yaitu asam oleat pada puncak ke-4 dengan waktu retensi 28,452 menit. Setelah itu dilanjutkan dengan membandingkan sampel dengan database, sample memiliki tingkat kecocokan yang sama dengan standar. Untuk asam oleat fragmen-fragmennya identik dengan standar 11-octadecenoic acid dengan indeks kemiripan sebesar 94%.



**Gambar 18.** Kromatogram minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 9g ampas tebu

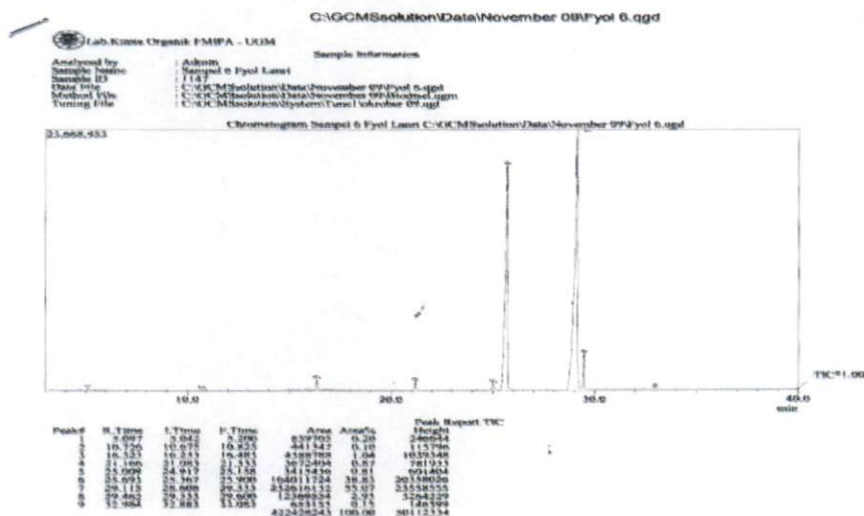




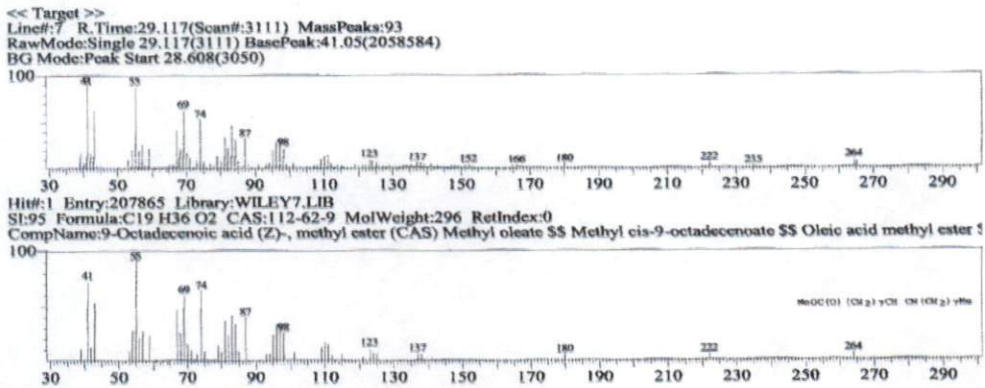
**Gambar 19.** Spektrum massa asam oleat pada minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 9g ampas tebu

Pada analisis dengan GC-MS untuk minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 9g ampas tebu, hanya asam oleat yang muncul pada puncak ke-4 dengan waktu retensi 28,398 menit. Setelah dibandingkan dengan *database*, sampel memiliki fragmen - fragmen yang identik dengan standar *11-octadecenoic acid* yang memiliki nilai indeks kemiripan sebesar 94%.

Minyak empat kali penggorengan yang diserap 9g ampas tebu lebih baik karena semakin banyak ampas tebu semakin banyak selulosa yang terikat sehingga semakin bagus kualitas minyak tersebut bila dibandingkan dengan penyerapan minyak empat kali penggorengan yang diserap 3g ampas tebu.

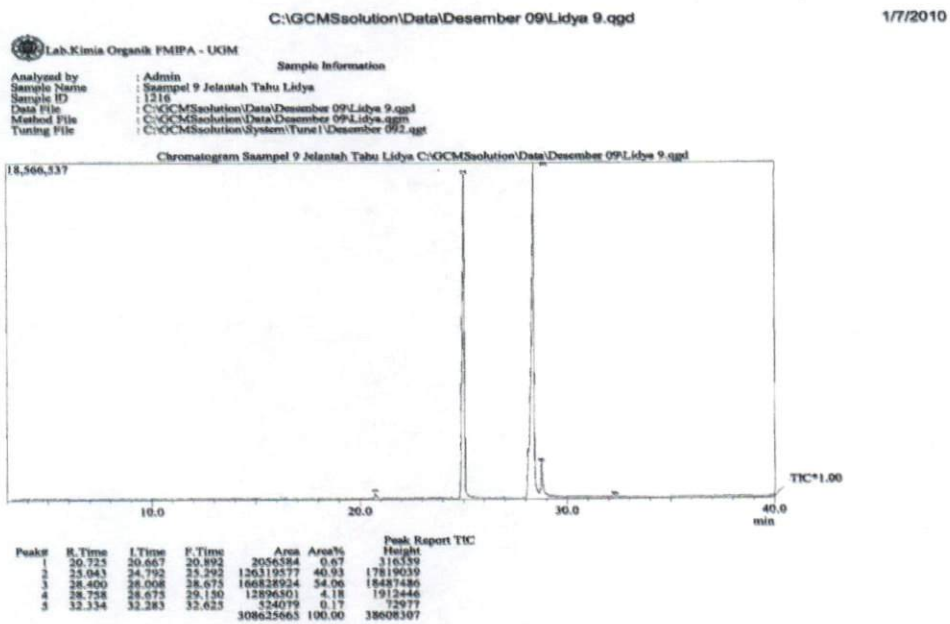


**Gambar 20.** Kromatogram minyak jelantah pasar

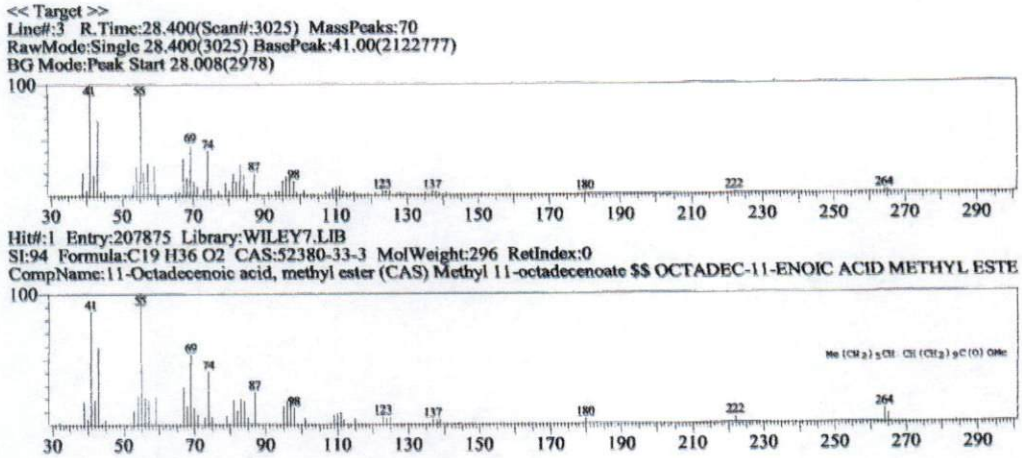


Gambar 21. Spektrum massa asam oleat pada minyak jelantah pasar

Untuk minyak jelantah pasar, pada kromatogramnya menghasilkan 9 puncak. Hasil ini terindikasi melalui spektrum massa, hanya terdapat asam oleat pada puncak ke-7 dengan waktu retensi 29,115 menit. Setelah dilanjutkan dengan analisis menggunakan spektroskopi massa, fragmen - fragmen sampel dibandingkan dengan *database* dan sampel memiliki tingkat kecocokan paling besar dengan standar asam 9-octadecenoic acid dengan indeks kemiripan (SI) sebesar 95%.



Gambar 22. Kromatogram minyak jelantah pasar yang diserap dengan 9g ampas tahu



**Gambar 23.** Spektrum massa asam oleat pada minyak jelantah pasar yang telah diserap 9g ampas tebu

Untuk minyak jelantah pasar yang diserap dengan ampas tebu digunakan massa optimum dari ampas tebu yaitu massa 9g karena pada massa 9g minyak jelantah yang diserap warnanya seperti warna minyak awal sebelum dilakukan penggorengan. Asam oleat merupakan satu-satunya asam lemak tak jenuh yang tinggal pada minyak goreng. Hasil ini dapat dilihat dari kurva kromatogram, dimana asam oleat terdeteksi pada puncak ke-3 dengan waktu retensi 28,400 menit. Kandungan asam oleat pada sampel ini dibandingkan dengan *database* dan ternyata fragmen - fragmen sampel memiliki keidentikan dengan standar *11-octadecenoic acids* dengan indeks kemiripan sebesar 94 % sehingga sampel dapat dikatakan asam oleat.

**Table 5.** Hasil analisis asam lemak tak jenuh

NO	Jenis Minyak	Asam Lemak Tak Jenuh		Kandungan (%)	
		Linoleat	Oleat	Linoleat	Oleat
1.	Standar asam	√	√	5.29	50.48
2.	Minyak Baru	√	√	7.50	44.93
3.	Minyak empat kali penggorengan	-	√	3.58	54.00
3.	Minyak jelantah pasar	-	√	-	55.07

4.	Minyak empat kali penggorengan yang diserap 3g ampas tebu	-	√	-	55.63
5.	Minyak empat kali penggorengan yang diserap 9g ampas tebu	-	√	-	54.24
6.	Minyak jelantah pasar yang diserap 9g ampas tebu	-	√	-	54.06

Dari tabel terlihat bahwa ratio dari asam linoleat pada sampel berkurang sedangkan ratio asam oleat bertambah setelah diserap oleh ampas tebu. Ini terjadi karena pada saat penggorengan ikatan rangkap (2) asam linoleat putus menjadi ikatan rangkap 1 (asam oleat) sehingga yang terdeteksi hanya asam oleat.

**Tabel 6.** Perbandingan waktu retensi

Jenis Minyak	Waktu retensi	
	linoleat	oleat
Standar asam	28,086	28.300
Minyak baru	28,294	28,493
Minyak empat kali penggorengan	-	28,793
Minyak jelantah pasar	-	29,115
Minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 3g ampas tebu	-	28,452
Minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 9g ampas tebu	-	28,398
Minyak jelantah pasar yang diserap dengan 9g ampas tebu	-	28,400

**Tabel 7.** Hasil analisis keseluruhan parameter yang dilakukan baik sebelum dan setelah diolah dengan ampas tebu

Kandungan minyak	Sifat fisik <sup>20</sup>				kadar logam <sup>21</sup>			Asam lemak tak jenuh		
	Kadar air (%)	Bil. Asam (%)	Bau	Warna	Pb	Cu	Hg	C18:1	C18:2	C18:3
Empat kali pengulangan	0,077	0,312	sedikit berbau	Keruh coklat	3,394	3,394	0,067	54,00	3,58	-
Jelantah pasar	0,138	1,219	sedikit berbau	Coklat tua, Kotor	5,435	6,094	0,028	55,07	-	-
Empat kali pengulangan setelah diserap 9g ampas tebu	0,027	0,243	Berbau	Bersih, kuning keemasan	1,823	1,673	0,059	54,24	-	-
Jelantah pasar setelah diserap ampas tebu 9g	0,077	0,312	Berbau	Bersih kuning Kecok-Latan	2,803	0,398	0,012	54,06	-	-
Standar mutu SNI	0,1-0,3	0,6 - Maks 2	normal	Putih sampai kuning	0,1	0,1	0,5	-	-	Maks 2

#### 4.2 Pengaruh Massa Ampas Tebu Terhadap Kandungan Minyak Pelikan Pada Minyak Goreng

Menurut SNI 01-3741-2002, minyak pelikan tidak boleh terdapat dalam minyak goreng. Dari data penelitian ini didapatkan kandungan minyak pelikan dari sampel.

**Tabel 8.** Kandungan minyak pelikan

Jenis Minyak	Hasil uji minyak pelikan	Warna
Minyak baru	- (negatif)	Bening

Minyak 4 x penggorengan	- (negatif)	Kuning, bening
Minyak 4 x penggorengan setelah diserap 3g ampas tebu	- (negatif)	Kuning, bening
Minyak 4 x penggorengan setelah diserap 5g ampas tebu	- (negatif)	Kuning, bening
Minyak 4 x penggorengan setelah diserap 7g ampas tebu	- (negatif)	Kuning, bening
Minyak 4 x penggorengan setelah diserap 9g ampas tebu	- (negatif)	Kuning, bening
Minyak jelantah	+ (positif)	Keruh, putih
Minyak jelantah setelah diserap 3g ampas tebu	+ (positif)	Keruh kekuningan
Minyak jelantah setelah diserap 5g ampas tebu	- (negatif)	Kuning bening
Minyak jelantah setelah diserap 7g ampas tebu	- (negatif)	Kuning bening
Minyak jelantah setelah diserap 9g ampas tebu	- (negatif)	Kuning bening

Minyak pelikan hanya dapat terbentuk dalam proses pengolahan minyak, ketika minyak bercampur dengan minyak olahan hasil tambang yang tidak dapat disabunkan.<sup>(14)</sup> Dari data yang didapat bahwa minyak pelikan hanya terdapat pada minyak jelantah pasar sedangkan pada minyak goreng baru, minyak empat kali penggorengan sebelum dan sesudah diserap tidak mengandung minyak pelikan. Pada minyak jelantah pasar yang diserap dengan 3g ampas tebu masih terdapat adanya kandungan minyak pelikan dengan terbentuknya warna keruh kekuningan. Hal ini menandakan bahwa minyak jelantah tersebut sudah rusak dan kotor, tidak sesuai dengan standar SNI-01-3741-2002 yang menyatakan bahwa minyak pelikan tidak boleh ada dalam minyak goreng sehingga minyak jelantah pasar yang digunakan berulang-ulang tidak boleh digunakan untuk memasak tetapi setelah diserap dengan

ampas tebu 5g, 7g dan 9g kandungan minyak pelikan pada minyak jelantah tidak ditemukan lagi (negatif). Dengan kata lain, massa 3g ampas tebu tidak dapat digunakan sebagai adsorben terhadap minyak pelikan dari minyak jelantah pasar.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa minyak empat kali penggorengan telah sesuai dengan standar SNI 01-3741-2002 karena tidak mengandung asam linolenat dan minyak pelikan. Ampas tebu digunakan sebagai adsorben dalam penelitian ini karena ampas tebu memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan bersifat gugus aktif. Pada minyak empat kali penggorengan yang diserap ampas tebu dengan massa 3g dan 9g asam lemak tak jenuh yang terdeteksi hanyalah asam oleat begitu juga pada minyak jelantah pasar dan minyak jelantah pasar yang diserap 9g ampas tebu. Massa optimum dari ampas tebu untuk penentuan asam lemak tak jenuh adalah massa 9 gram.

Minyak empat kali penggorengan baik sebelum dan sesudah diserap dengan ampas tebu mengandung negatif minyak pelikan tetapi minyak jelantah pasar mengandung positif minyak pelikan. Semakin banyak ampas tebu yang digunakan pada adsorpsi minyak jelantah maka semakin negatif minyak pelikan dimana massa ampas tebu bergantung pada jumlah minyak yang kita adsorpsi.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka diharapkan sebagai berikut :

1. Minyak goreng yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebaiknya dipakai satu kali setiap memasak karena dapat menimbulkan penyakit
2. Untuk penelitian selanjutnya coba lakukan analisis penyerapan asam lemak tak jenuh dan minyak pelikan tersebut dengan menggunakan adsorben selain dari ampas tebu seperti arang aktif, zeolit, sekam padi.



## DAFTAR PUSTAKA

1. S. Gunawan, Artikel "*Minyak Goreng*". 15 Januari 2008. (Browse Pada 24 Februari 2009 Pukul 14.57 Wib).
2. J. Silalahi. *Asam Lemak Trans dalam Makanan*. Farmasi Fmipa Universitas Sumatera Utara: Medan. (2005).
3. Y.M Citra. *Kandungan Lemak Minyak*. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Airlangga: Surabaya (2007).
4. SNI 01-3741-2002 Tentang Minyak Goreng. Hal 1-7. (Browse pada 14 Februari 2009, pukul14.30).
5. M. Yusuf Ritonga. *Destilasi Asam Lemak*. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara: Medan (2008).
6. N. Pasaribu. *Minyak Kelapa Sawit* .Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara: Medan (2007).
7. A. Risnawati. *Pengaruh Pemanasan Pada Minyak Goreng Yang Diobservasi Pada Tikus Putih*. Jurnal Cermin Dunia Kedokteran No. 51, (1998).
8. Rukmini, A. *Regenerasi Minyak Goreng Bekas Dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ*. Program Studi Teknologi Pertanian Universitas Widya Mataram: Yogyakarta.(2007).
9. Fessenden, R. J. Fessenden. *Kimia Organik Jilid 1*. Erlangga : Jakarta (1982).
10. Ketaren, S. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia: Jakarta (1986), Hal 17 – 26.
11. R.Tambun. *Proses Pembuatan Asam Lemak Secara Langsung Dari Buah Kelapa Sawit*. Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara : Medan (2007)
12. Khopkar S.M. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press: Jakarta (1992), Hal 160-167
13. Roy, J. Gritter, James M.Bobbilt, Artur E Schawarting. *Pengantar Kromatografi*. ITB : Bandung (1991), Hal 34 – 48.
14. J.M deMan. *Kimia Makanan Edisi Kedua*. ITB: Bandung (2006)
15. M.Wirahadikusumah. *Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat dan Lipid*. ITB Bandung (1985), Hal 119-140

16. R. A. D. Sartika. *Pengaruh Suhu Dan Lama Proses Menggoreng (Deep Frying) Terhadap Pembentukan Asam Lemak Trans*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Indonesia: Jakarta (2009).
17. Administrator. 2005. Artikel "Perubahan Minyak Goreng Selama Pemanasan" NTPF Indonesia. Browse 13 februari 2008.
18. S.M.Khopkar. 2003. *Konsep Daya Analitik* . Terjemahan A.Satoharjo dan Agus Nurhadi, Jakarta. UI- Press
19. Emriadi. 2006. *Kimia Permukaan Dan Koloid*. Universitas andalas: Padang.
20. Dina Fitri. *Pengaruh Massa Adsorben Ampas Tebu Pada Minyak Bekas Penggorengan Tahu Terhadap Warna, Bau, Kadar Air Dan Bilangan Asam*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Andalas (2010).
21. Roza Ismora. *Pengaruh Massa Ampas Tebu Sebagai Penyerap Logam (Hg, Pb dan Cu)*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Andalas (2010).

**Lampiran 1****Standar Mutu Minyak Menurut SNI 01-3741-2002**

No	Kriteria uji	satuan	Persyaratan	
			Mutu I	Mutu II
1	Keadaan			
1.1	Bau		Normal	Normal
1.2	Rasa		Normal	Normal
1.3	Warna		Putih, kuning pucat sampai kuning	
2	Kadar air	% b/b	Maks 0,1	Maks 0,3
3	Bilangan asam	mg KOH/g	Maks 0,6	Maks 2
4	Asam linolenat(C18:3) dalam komposisi asam lemak minyak	%	Maks 2	Maks 2
5	Cemaran logam			
5.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 0,1	Maks 0,1
5.2	Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40,0/250*	Maks 40,0/250*
5.3	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0,5	Maks 0,5
5.4	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 0,1	Maks 0,1
6	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks 0,1	Maks 0,1
7	Minyak pelikan**		Negatif	Negatif
CATATAN * Dalam kemasan kaleng CATATAN** Minyak pelikan adalah minyak mineral dan tidak bisa disabunkan				

## Lampiran 2

### Penentuan Minyak Pelikan Menurut SNI

SNI 01-3741-2002

**Lampiran B**  
**(normatif)**  
**Minyak pelikan**

#### B.1 Definisi

**minyak pelikan**

minyak mineral hasil tambang yang mempunyai sifat tidak dapat disabunkan

#### B.2 Peralatan:

- a Tabung rekasi.
- b penangas air
- c pipet.

#### B.3 Peraksi

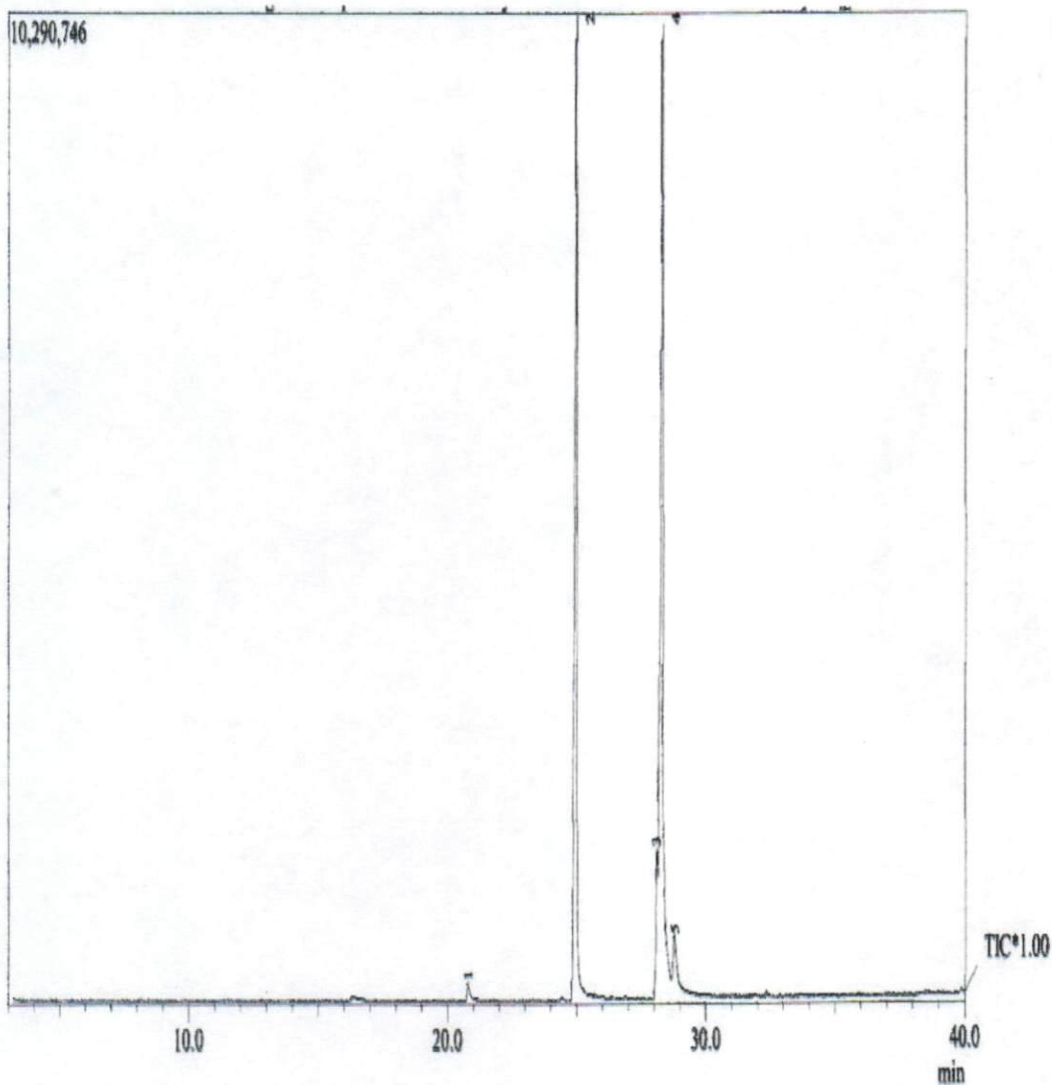
KOH 0,5 N dalam alcohol

#### B.4 Cara kerja

- a Ambil seksama 1 ml cuplikan dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian tambahkan 5 ml KOH 0,5 N dalam alcohol 96 % dan dipanaskan dalam penangas air.
- b Kemudian tambahkan air, jika larutan menjadi keruh menandakan adanya minyak pelikan.
- c Kadar minyak pelikan dihitung dari sisa yang tidak tersabun.

### Lampiran 3

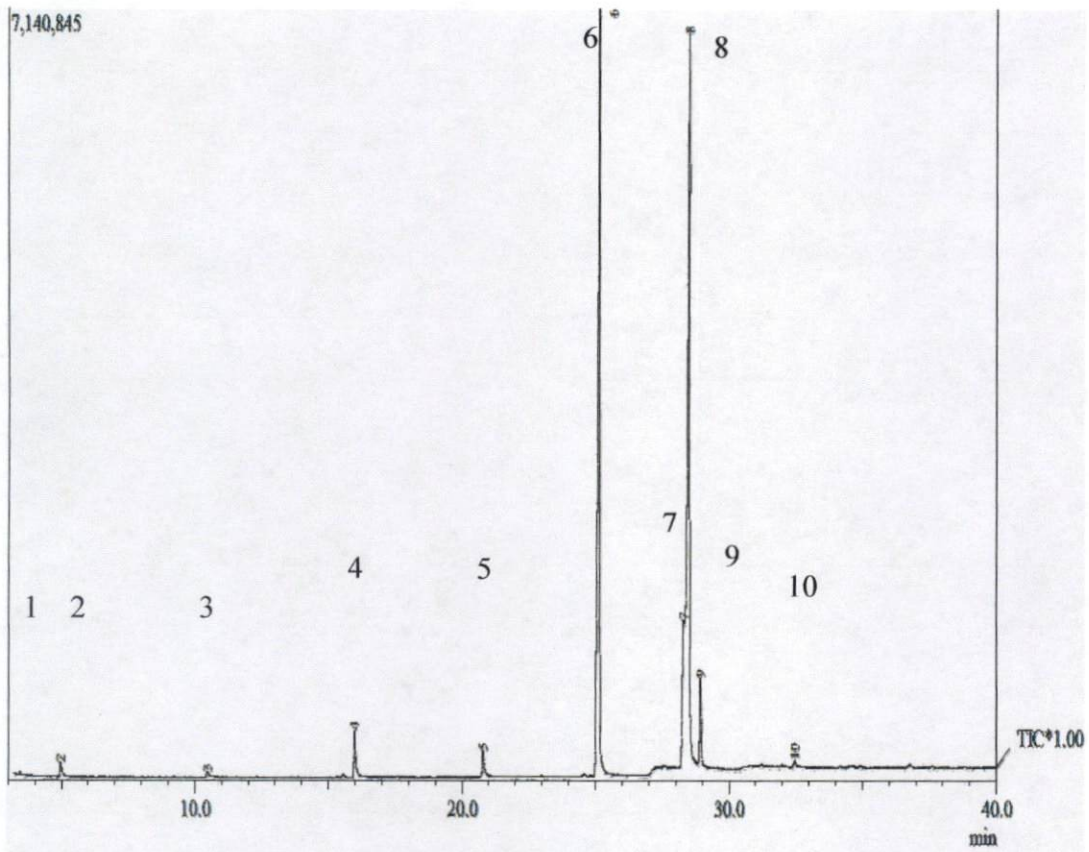
### Kromatogram Standar Campuran Asam linoleat dan oleat



Peak#	R.Time	L.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	20.799	20.717	20.925	993478	0.67	182052
2	24.971	24.783	25.317	60429765	40.67	10220426
3	28.086	27.992	28.133	7856338	5.29	1548640
4	28.300	28.133	29.108	75016836	50.48	10111270
5	28.792	28.633	28.950	4301911	2.89	497709
				148598328	100.00	22560097

Lampiran 4

Kromatogram Minyak Goreng Baru



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	3.442	3.400	3.492	61595	0.06	26011
2	4.958	4.900	5.108	615592	0.64	132032
3	10.461	10.400	10.575	262740	0.27	50585
4	15.973	15.900	16.158	1948286	2.01	430520
5	20.779	20.717	20.917	1074095	1.11	231857
6	25.132	24.942	25.392	38329171	39.62	7088350
7	28.294	28.158	28.325	7252997	7.50	1360097
8	28.493	28.325	28.817	43463826	44.93	6781917
9	28.930	28.817	29.100	3517979	3.64	818705
10	32.465	32.392	32.533	220632	0.23	61335
				96746913	100.00	16981409

Lampiran 5

Kromatogram Minyak 4 Kali Penggorengan

C:\GCMSsolution\Data\November 09\Fyol 3.qgd

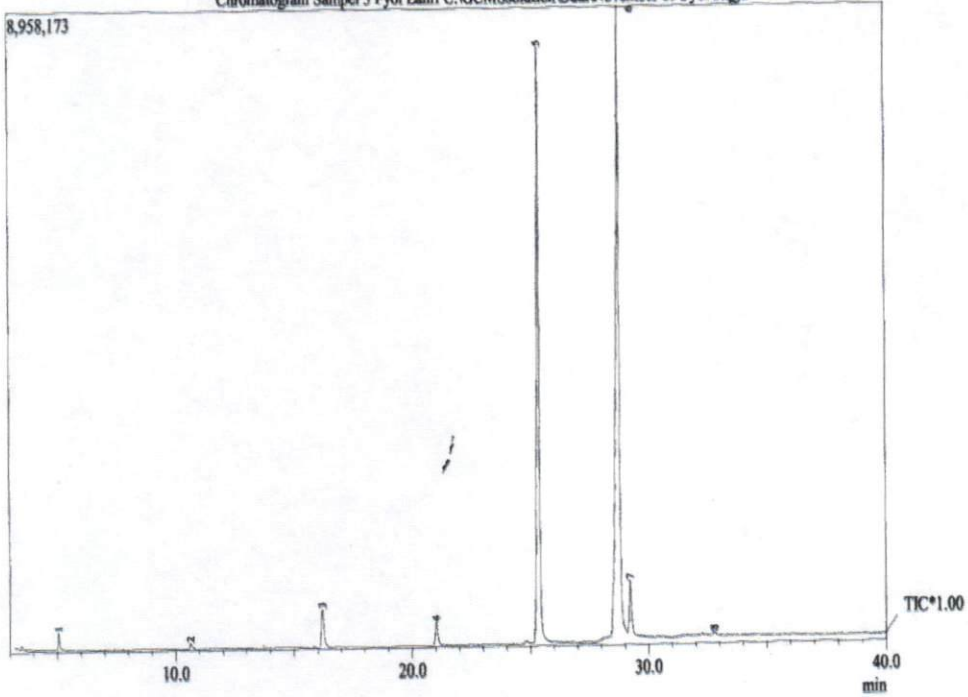


Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM

Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Sample Name : Sampel 3 Fyol Lanri  
 Sample ID : 1147  
 Data File : C:\GCMSsolution\Data\November 09\Fyol 3.qgd  
 Method File : C:\GCMSsolution\Data\November 09\Biodisel.qgm  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\okrober 09.qgt

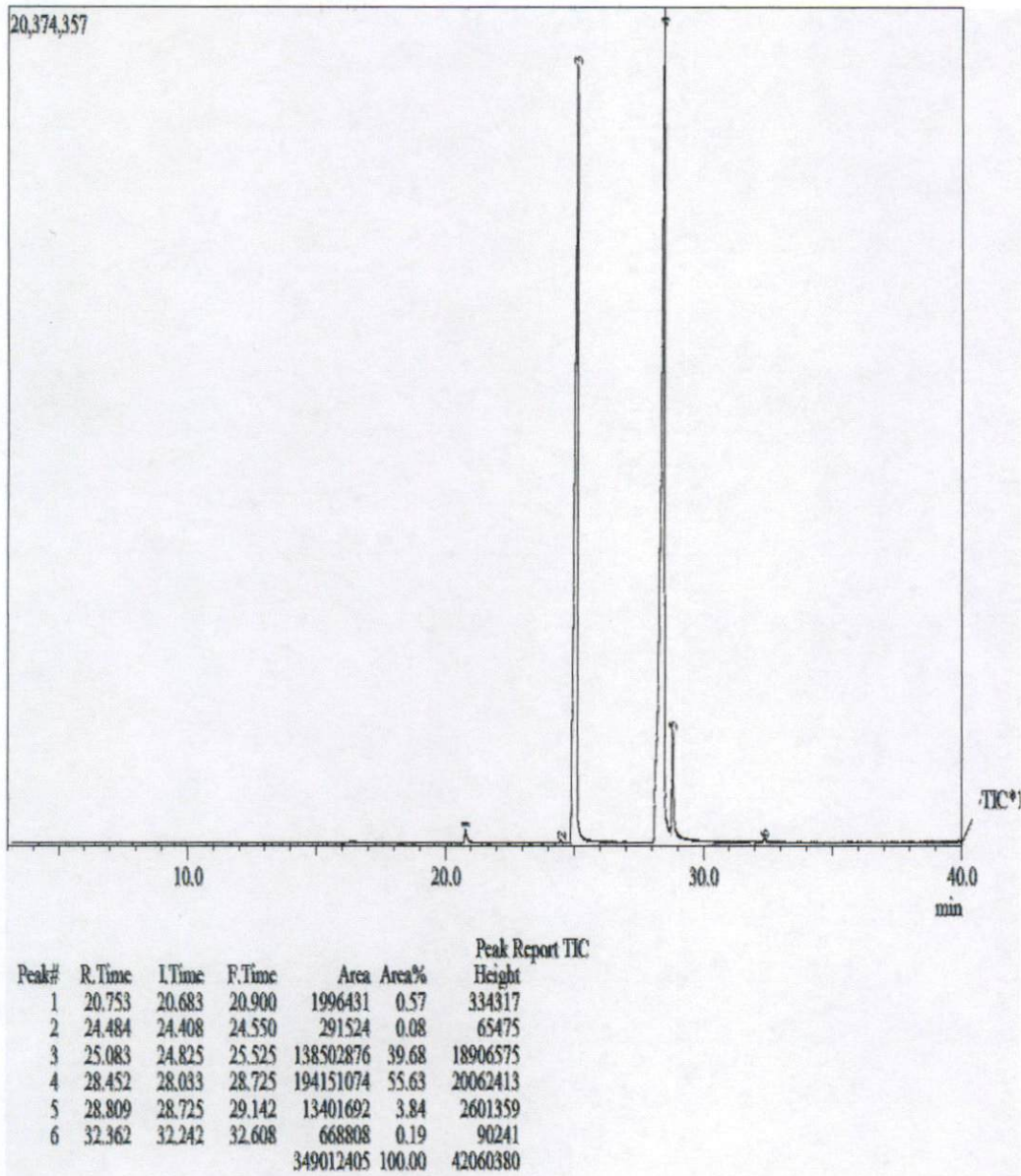
Chromatogram Sampel 3 Fyol Lanri C:\GCMSsolution\Data\November 09\Fyol 3.qgd



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Peak Report TIC	Height
1	5.045	4.983	5.175	1031611	0.68		230410
2	10.640	10.558	10.758	406134	0.27		70501
3	16.193	16.100	16.417	3551603	2.33		529876
4	21.010	20.900	21.183	2096779	1.38		316904
5	25.408	25.150	25.658	57203166	37.55		8323926
6	28.793	28.375	29.100	82259510	54.00		8841808
7	29.204	29.100	29.475	5454512	3.58		779403
8	32.766	32.650	32.875	325727	0.21		45670
				152329042	100.00		19138498

## Lampiran 6

### Kromatogram Minyak Goreng 4 Kali Pengulangan Yang Telah Diserap Dengan 3g Ampas Tebu





Lampiran 7

Kromatogram Minyak Goreng 4 Kali Pengulangan Yang Telah Diserap Dengan 9g Ampas Tebu

C:\GCMSsolution\Data\Desember 09\Lidya Kontak.qgd

1/14/2010

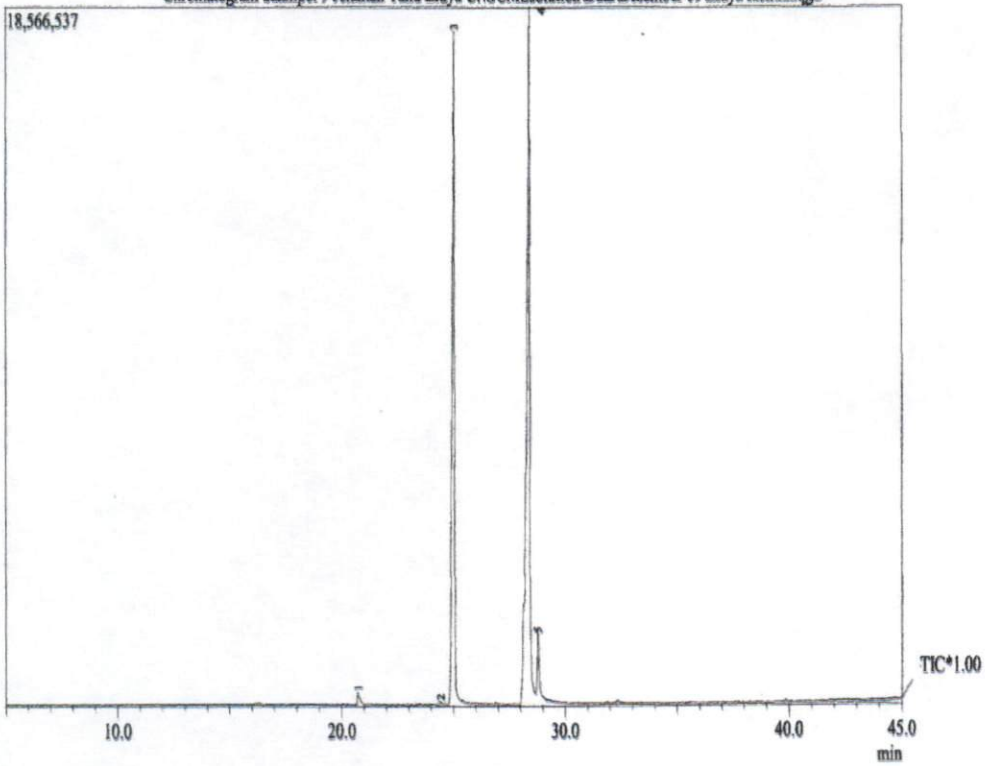


Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM

Sample Information

Analyzed by : Admin  
Sample Name : Saampel 9 Jelantah Tahu Lidya  
Sample ID : 1216  
Data File : C:\GCMSsolution\Data\Desember 09\Lidya Kontak.qgd  
Method File : C:\GCMSsolution\Data\Desember 09\Lidya.qgm  
Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\Desember 092.qgt

Chromatogram Saampel 9 Jelantah Tahu Lidya C:\GCMSsolution\Data\Desember 09\Lidya Kontak.qgd



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	20.725	20.667	20.875	1724793	0.56	303747
2	24.440	24.392	24.492	228232	0.07	67817
3	25.043	24.783	25.258	126052318	40.99	17810596
4	28.398	28.008	28.683	166803591	54.24	17919933
5	28.764	28.683	29.150	12738550	4.14	1852491
				307547484	100.00	37954584

# Lampiran 8

## Kromatogram Minyak Jelantah Pasar

C:\GCMsolution\Data\November 09\Fyol 6.qgd

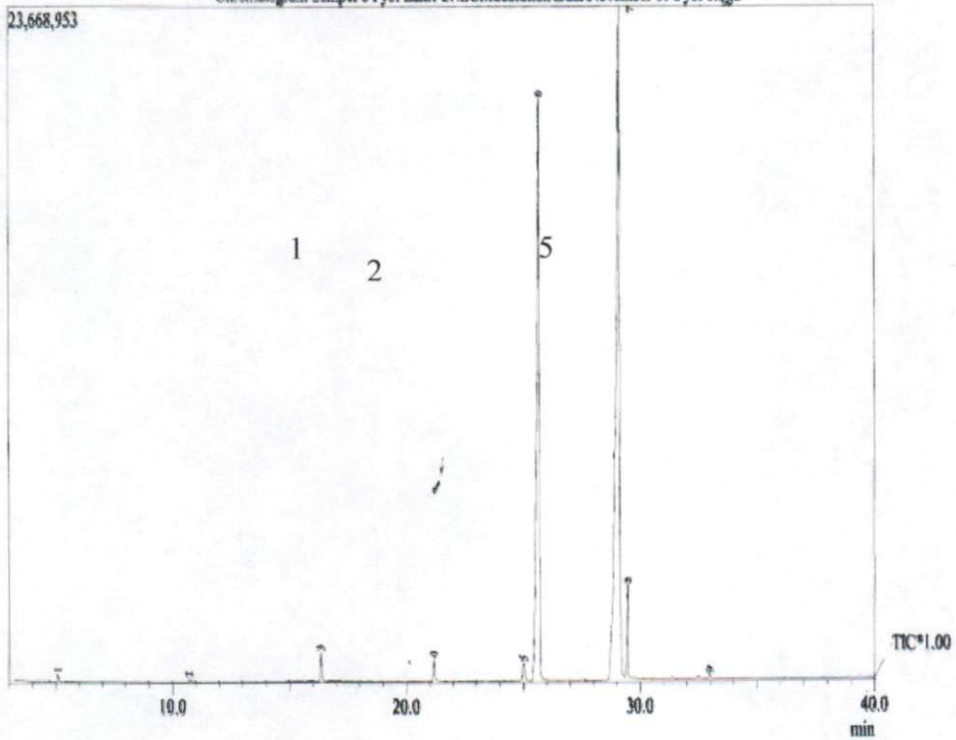


Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM

### Sample Information

Analyzed by : Admin  
Sample Name : Sampel 6 Fyol Lanri  
Sample ID : 1147  
Data File : C:\GCMsolution\Data\November 09\Fyol 6.qgd  
Method File : C:\GCMsolution\Data\November 09\Biodisel.qgm  
Tuning File : C:\GCMsolution\System\Tune1\okrober 09.qgt

Chromatogram Sampel 6 Fyol Lanri C:\GCMsolution\Data\November 09\Fyol 6.qgd



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Peak Report TIC	Height
1	5.097	5.042	5.200	859705	0.20		246644
2	10.726	10.675	10.825	441347	0.10		115796
3	16.323	16.233	16.483	4388788	1.04		1039348
4	21.166	21.083	21.333	3672404	0.87		781933
5	25.009	24.917	25.158	3415436	0.81		601404
6	25.693	25.367	25.900	164011724	38.83		20358026
7	29.115	28.608	29.333	232616132	55.07		23558555
8	29.462	29.333	29.600	12369554	2.93		3264229
9	32.984	32.883	33.083	653153	0.15		146399
				422428243	100.00		50112334

## Lampiran 9

### Kromatogram Minyak Jelantah Pasar Yang Telah Diserap Dengan 9g Ampas Tebu

C:\GCMSsolution\Data\Desember 09\Lidya 9.qgd

1/7/2010

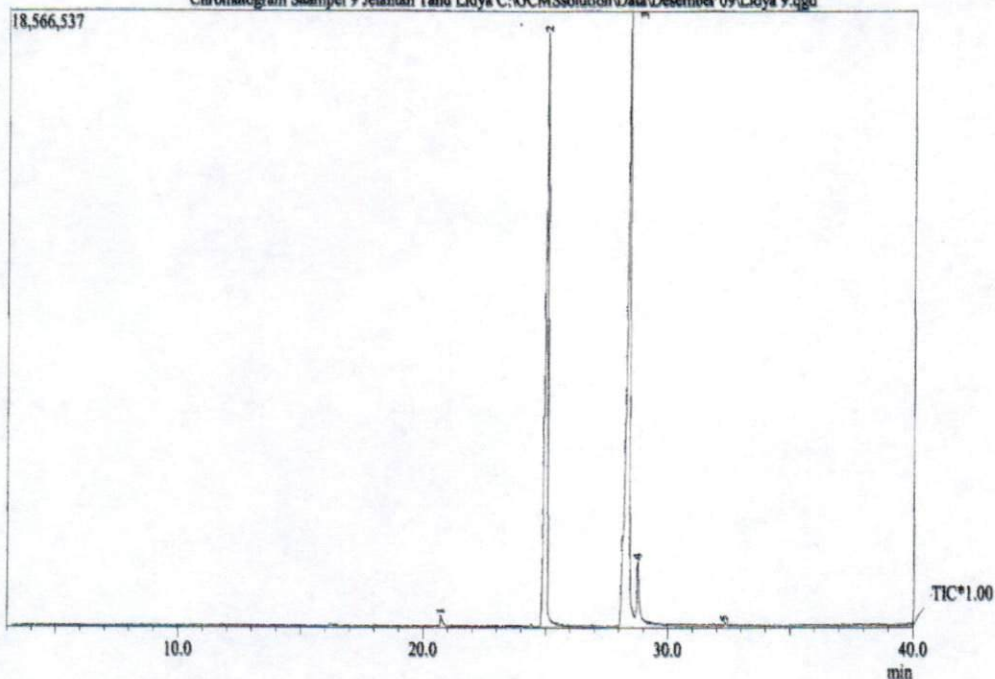


Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM

#### Sample Information \*

Analyzed by : Admin  
Sample Name : Saampel 9 Jelantah Tahu Lidya  
Sample ID : 1216  
Data File : C:\GCMSsolution\Data\Desember 09\Lidya 9.qgd  
Method File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\Desember 09\Lidya.qgm  
Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\Desember 092.qgt

Chromatogram Saampel 9 Jelantah Tahu Lidya C:\GCMSsolution\Data\Desember 09\Lidya 9.qgd



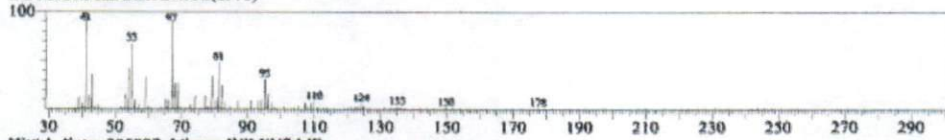
Peak#	R. Time	I. Time	F. Time	Area	Area%	Peak Report TIC Height
1	20.725	20.667	20.892	2056584	0.67	316359
2	25.043	24.792	25.292	126319577	40.93	17819039
3	28.400	28.008	28.675	166828924	54.06	18487486
4	28.758	28.675	29.150	12896501	4.18	1912446
5	32.334	32.283	32.625	524079	0.17	72977
				308625665	100.00	38608307

# Lampiran 10

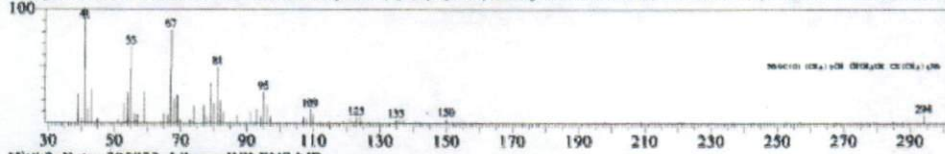
## Spektrum MS Campuran Asam linoleat

<< Target >>

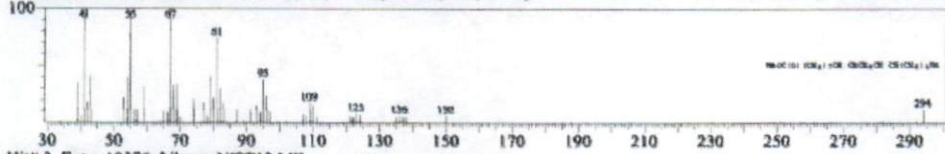
Line#: 5 R\_Time: 28.083 (Scan#: 2987) MassPeaks: 69  
RawMode: Single 28.083 (2987) BasePeak: 41.05 (179052)  
BG Mode: Peak Start 27.992 (2976)



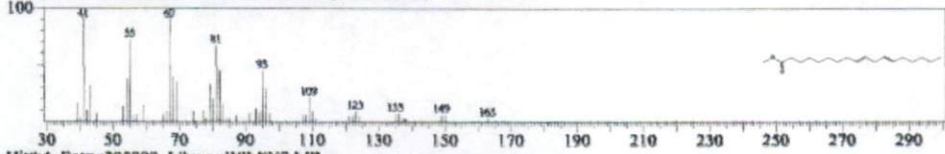
Hit#: 1 Entry: 205807 Library: WILEY7.LIB  
SI: 94 Formula: C19 H34 O2 CAS: 2566-97-4 MolWeight: 294 RetIndex: 0  
CompName: 9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)- (CAS) Methyl linoleate \$S\$ METHYL T9, T12 OCTADECADIEN



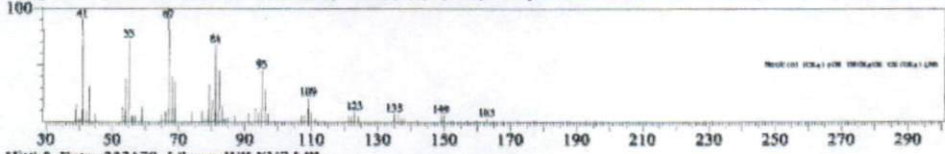
Hit#: 2 Entry: 205823 Library: WILEY7.LIB  
SI: 90 Formula: C19 H34 O2 CAS: 112-63-0 MolWeight: 294 RetIndex: 0  
CompName: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester (CAS) Methyl linoleate \$S\$ METHYL CIS-9,CIS-12-OCTADECADIEN



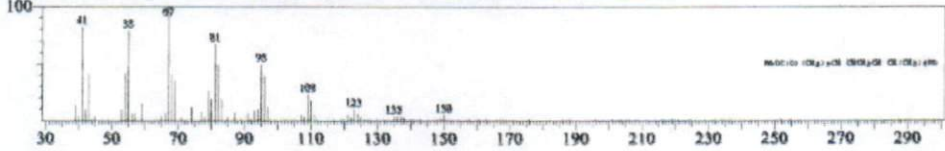
Hit#: 3 Entry: 10376 Library: NIST12.LIB  
SI: 90 Formula: C19H34O2 CAS: 2566-97-4 MolWeight: 294 RetIndex: 0  
CompName: 9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)-



Hit#: 4 Entry: 205809 Library: WILEY7.LIB  
SI: 90 Formula: C19 H34 O2 CAS: 2566-97-4 MolWeight: 294 RetIndex: 0  
CompName: 9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)- (CAS) Methyl linoleate \$S\$ METHYL T9, T12 OCTADECADIEN

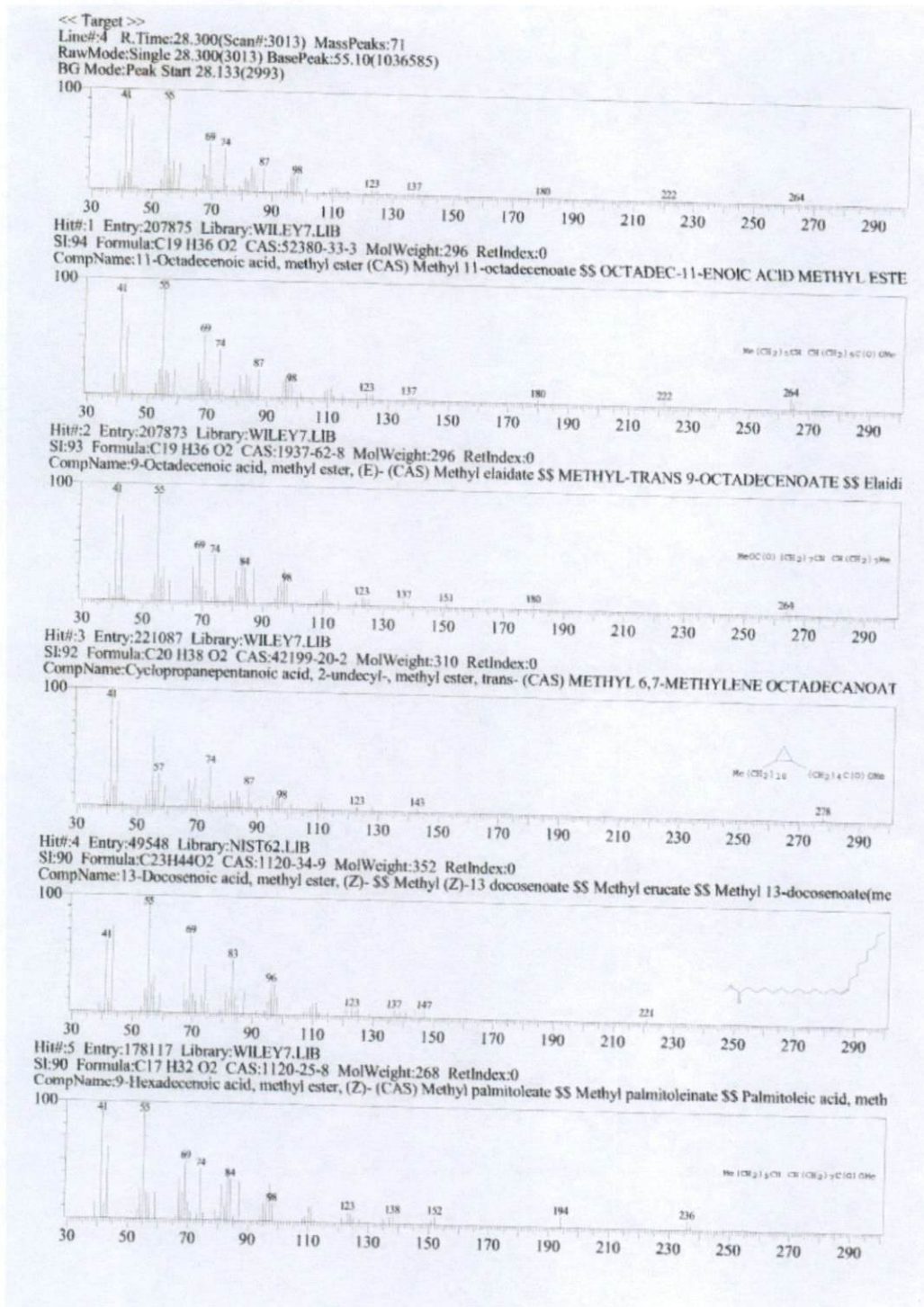


Hit#: 5 Entry: 232178 Library: WILEY7.LIB  
SI: 89 Formula: C21 H38 O2 CAS: 2463-2-7 MolWeight: 322 RetIndex: 0  
CompName: 11,14-Eicosadienoic acid, methyl ester (CAS) METHYL-11,14-EICOSADIENOATE \$S\$



## Lampiran 11

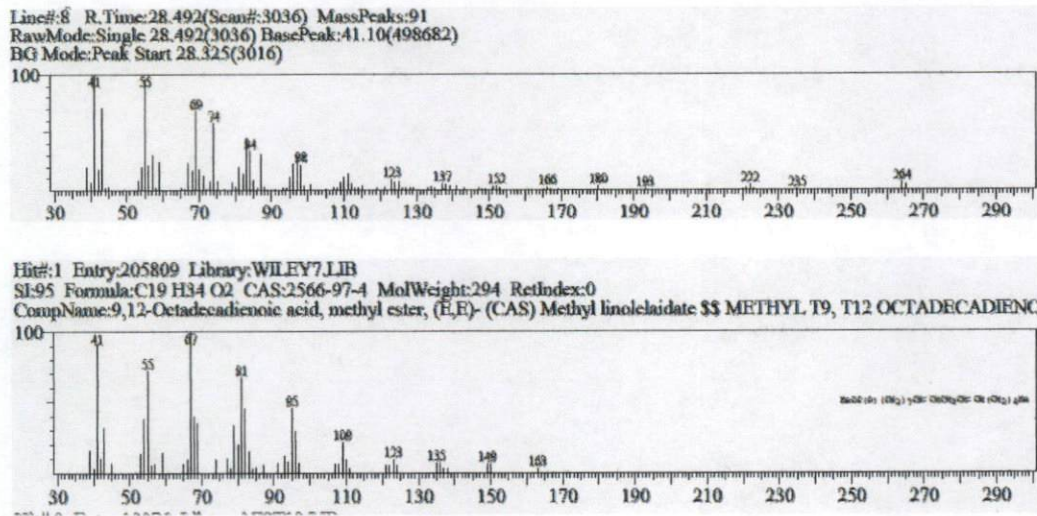
### Spektrum MS campuran asam oleat



## Lampiran 12

### Spektrum Massa Asam Linoleat

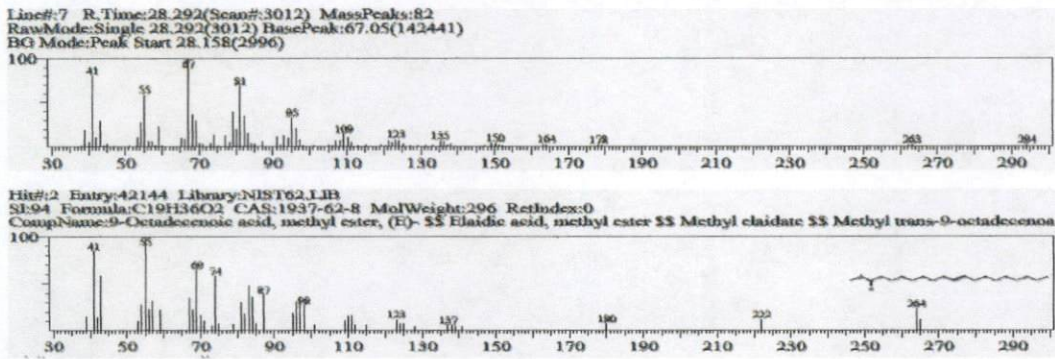
Gambar 24. Spektrum massa asam linoleat pada kromatogram minyak goreng baru



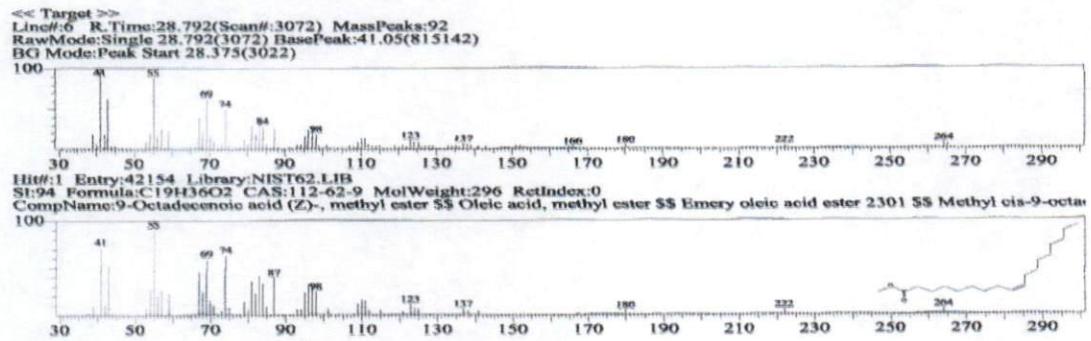
## Lampiran 13

### Spektrum Massa Asam Oleat

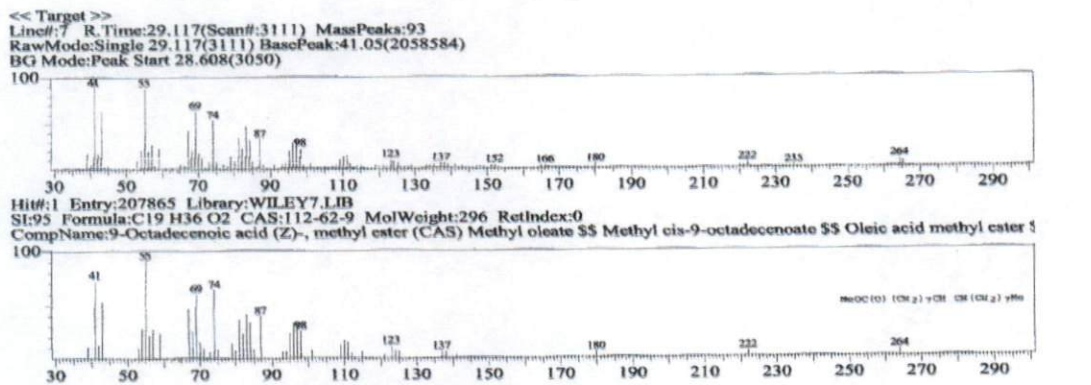
Gambar 25. Spektrum massa asam oleat pada kromatogram minyak goreng baru



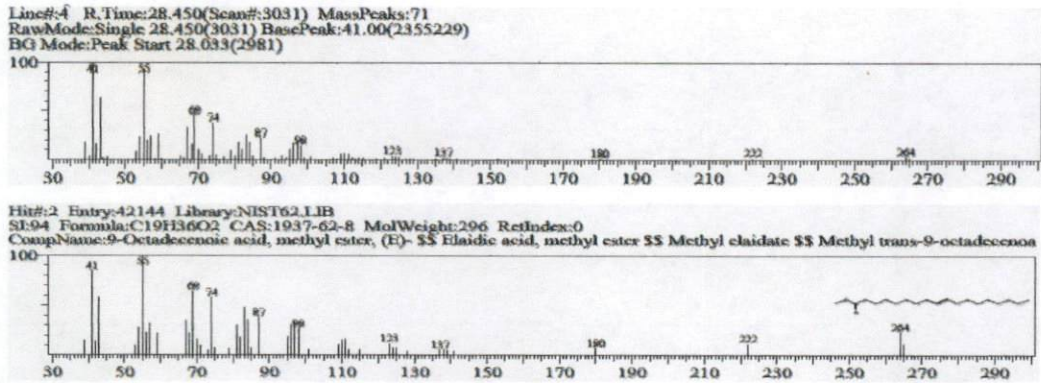
Gambar 26. Spektrum massa asam oleat pada kromatogram minyak goreng empat kali penggorengan



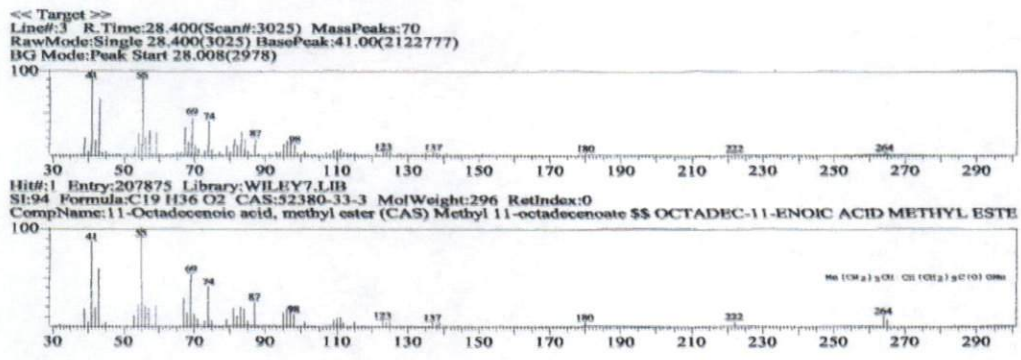
Gambar 27. Spektrum massa asam oleat pada kromatogram minyak jelantah pasar



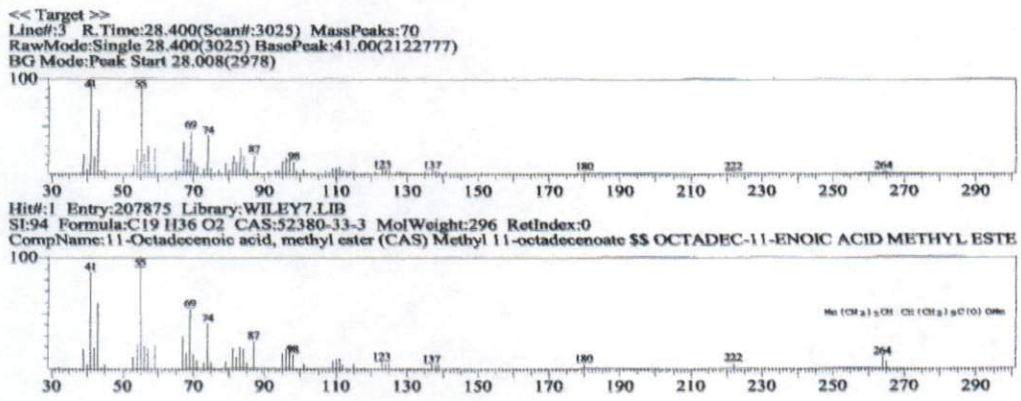
Gambar 28. Spektrum massa asam oleat pada kromatogram minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 3g ampas tebu



Gambar 29. Spektrum massa asam oleat pada kromatogram minyak empat kali penggorengan yang diserap dengan 9g ampas tebu



Gambar 30. Spektrum massa asam oleat pada kromatogram minyak jelantah pasar yang diserap dengan 9g ampas tebu





## Lampiran 14

### Kondisi Kromatografi Gas – Spektroskopi massa

GCMS-QP2010S SHIMADZU

Kolom : HP-5MS  
Panjang : 30 meter  
ID : 0,25 mm  
Gas pembawa : Helium  
Pengionan : EI  
70 Ev

Method

[Comment]

==== Analytical Line 1 ====

[GC-2010]

Column Oven Temp. : 80.0 °C  
Injection Temp. : 300.00 °C  
Injection Mode : Split  
Flow Control Mode : Pressure  
Pressure : 16.5 kPa  
Total Flow : 60.0 mL/min  
Column Flow : 0.50 mL/min  
Linear Velocity : 26.1 cm/sec  
Purge Flow : 3.3 mL/min  
Split Ratio : 112.3  
High Pressure Injection : OFF  
Carrier Gas Saver : OFF  
Splitter Hold : OFF

Oven Temp. Program

Rate	Temperature(°C)	Hold Time(min)
-	80.0	5.00
5.0	280.0	5.00

< Ready Check Heat Unit >

Column Oven : Yes  
SPLI : Yes  
MS : No

< Ready Check Detector(FTD) >

< Ready Check Baseline Drift >

< Ready Check Injection Flow >

SPLI Carrier : Yes  
SPLI 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. : 300.00 °C  
Solvent Cut Time : 3.00 min  
Detector Gain Mode : Relative  
Detector Gain : 0.21 kV  
Threshold : 0

[MS Table]

Group : 1  
Start Time : 3.20min  
End Time : 50.00min  
ACQ Mode : Scan  
Interval : 0.50sec  
Scan Speed : 1250  
Start m/z : 33.00  
End m/z : 600.00

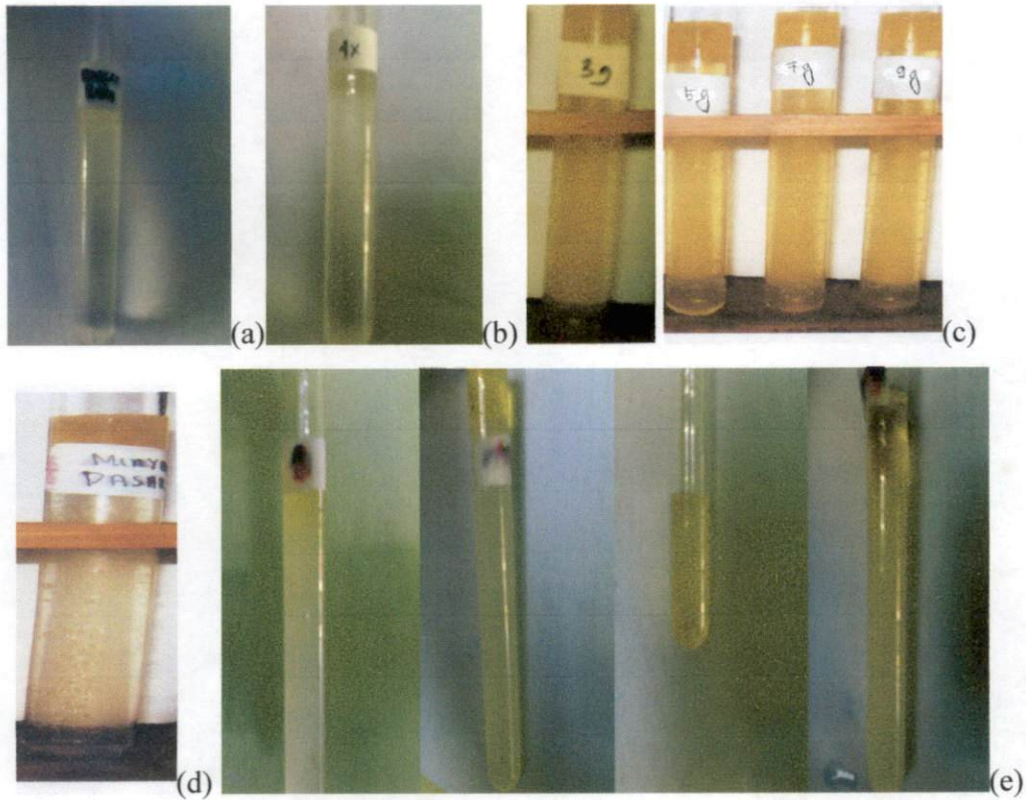
Sample Inlet Unit : GC

[MS Program]

Use MS Program : OFF

## Lampiran 15

### Gambar Minyak



Keterangan : (a) minyak baru,

(b) minyak 4 kali penggorengan,

(c) minyak 4 kali penggorengan yang diserap ampas tebu 3;5;7;9 gram,

(d) minyak jelantah pasar,

(e) minyak jelantah pasar yang diserap ampas tebu 3; 5;7;9 gram.