



**PENGAMBILAN MINYAK MIKROALGA *CHLORELLA SP.*  
DENGAN METODE *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION***

**TUGAS AKHIR**

**Disajikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Ahli Madia Program Studi Teknik Kimia**

**Oleh**

**Wildan Syaeful Barqi**

**5511312003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2015**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Wildan Syaeful Barqi

NIM : 5511312003

### Tugas Akhir

Judul : Pengambilan Minyak Mikroalga *Chlorella Sp.* dengan Metode *Microwave Assisted Extraction*

telah disetujui oleh Pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian tugas akhir.

Pembimbing



Catur Rini W. S.T. M.Sc

NIP. 198601172012122003

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir

Judul : Pengambilan Minyak Mikroalga *Chlorella Sp.* dengan Metode  
*Microwave Assisted Extraction*

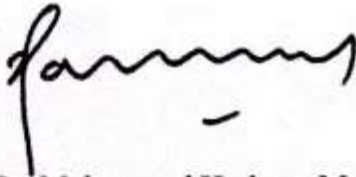
Oleh : Wildan Syaeful Barqi  
5511312003

telah dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, dan disahkan pada:

Hari :

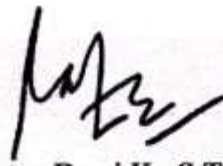
Tanggal :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Muhammad Harlanu, M. Pd.  
NIP. 196602151991021001

Ketua Prodi Teknik Kimia



Dr. Ratna Dewi K., S.T., M.T.  
NIP. 197603112000122001

Penguji



Dr. Megawati, S.T., M.T.  
NIP. 197211062006042001

Pembimbing



Catur Rini W., S.T. M.Sc  
NIP. 198601172012122003

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

“Tidak ada yang tidak mungkin di dunia ini kecuali yang tidak mau berusaha”

### **PERSEMBAHAN**

“Dalam setiap kesuksesanku selalu terdapat orang-orang hebat dibelakangku”

Kupersembahkan karyaku ini untuk:

- \* Allah Subhanahuwata'ala.
- \* Untuk ibu dan ayahku tersayang (Fauziah dan Ali Waryono) tak ada do'a yang lebih mustajab daripada do'a orangtua.
- \* Untuk mbak uul dan audi yang mengingatkan ku untuk berusaha.
- \* Untuk keluarga besarku.
- \* Untuk pacarku terkasih Ratih Cipta Sari yang selalu sabar mengingatkan dan menyemangati saat terpuruk.
- \* Untuk mas syemok, mas habib, mas luweh, rebono, dan dika teman kost yang tidak bosan-bosan mengingatkanku.
- \* Untuk sahabat dodo, home, syarif, mbud, kriwil dan sahabat SS lainnya yang tidak bisa saya tulis satu persatu.
- \* Untuk sahabat seperjuanganku Teknik Kimia D3 dan Teknik Kimia S1.
- \* Untuk seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang yang telah membimbingku selama ini.
- \* Untuk almamaterku tercinta

Semoga karya ku ini bermanfaat sehingga dapat kiriman pahala aamiin 😊

## INTISARI

Barqi, W. S., 2015. *Pengambilan Minyak Mikroalga Chlorella Sp. dengan Metode Microwave Assisted Extraction*. Tugas Akhir, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Catur Rini Widyastuti S.T., M.Sc.

Biodiesel berasal dari lemak alami seperti minyak nabati, minyak hewan atau minyak goreng bekas yang dapat dimanfaatkan baik secara langsung maupun ditambahkan dengan minyak diesel. Namun, sumber minyak nabati yang ada di Indonesia memiliki kelemahan diantaranya memerlukan lahan yang luas, mengganggu keamanan pangan, serta memiliki potensi meningkatkan harga bahan pangan. Salah satu sumber minyak nabati yang dapat mengatasi permasalahan tersebut adalah mikroalga. Mikroalga memiliki beberapa kelebihan yaitu, pertumbuhan yang cepat, tidak membutuhkan tanah subur, dan tidak berkompetisi dengan pangan. Alternatif proses produksi minyak mikroalga yang digunakan adalah metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Kelebihan MAE adalah waktu ekstraksi dan kebutuhan pelarut yang relatif rendah dibanding ekstraksi konvensional.

Proses pengambilan minyak mikroalga dimulai dengan penambahan air ke dalam 50 gram *Chlorella sp.* dengan perbandingan 4:1. Kemudian untuk menghomogenkan campuran, digunakan *shaker* dengan kecepatan 300 rpm selama 1 jam. Proses selanjutnya adalah ekstraksi menggunakan *microwave oven* dengan variasi daya 300 W selama 10 dan 20 menit serta 450 W selama 10 dan 20 menit. Campuran kemudian disaring dengan corong *buchner*. Filtrat berupa minyak *Chlorella sp.* yang jumlahnya sangat sedikit, sehingga untuk memisahkannya dengan air diperlukan pelarut nonpolar. Heksana ditambahkan dalam filtrat dengan perbandingan 1:2 dan diekstraksi selama 3 hari. Lapisan bawah berupa campuran heksana dan minyak kemudian diambil dan didistilasi dengan suhu 70 °C.

Hasil rendemen terbesar antara perbandingan daya dan waktu yang digunakan adalah variasi daya 450 W selama 20 menit yaitu 0,547%, dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kerusakan dinding sel *Chlorella sp.* dipengaruhi oleh daya dan waktu ekstraksi. Minyak *Chlorella sp.* dilakukan uji GC-MS untuk mengetahui komponennya. Berdasarkan uji GC-MS, minyak mikroalga hasil ekstraksi mengandung asam oleat. Asam oleat adalah asam lemah tidak jenuh rantai panjang dengan rumus molekul  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ .

Kata kunci : *Chlorella sp.*, *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan lancar.

Keberhasilan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan semua pihak terkait. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Muhammad Harlanu, M. Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Ibu Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Ibu Catur Rini Widyastuti, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing.
4. Ibu Dr. Megawati, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji.
5. Bapak Danang S. selaku Laboran di Laboratorium Teknik Kimia.
6. Seluruh Dosen Prodi Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.
7. Orang tua yang telah memberikan doa restu, motivasi serta dorongan dan bimbingan untuk meraih cita-cita penulis.
8. Ratih Cipta Sari yang selalu ada disaat suka dan duka.
9. Teman-teman Teknik Kimia D3 2012 yang telah membantu atas terselesainya Tugas Akhir dengan lancar.
10. Pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu pelaksanaan Tugas Akhir sampai laporan selesai.

Penulis menyadari bahwa laporan masih jauh dari sempurna. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun, sehingga dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Semarang, September 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN KELULUSAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
INTISARI.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan.....	3
1.3. Tujuan .....	4
1.4. Manfaat .....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	5
2.1. Alga .....	6
2.2. Mikroalga .....	6
2.3. <i>Chlorella sp.</i> .....	7

2.4. Heksana .....	9
2.5. Metode Pengambilan Minyak Mikroalga.....	10
2.6. Ekstrksi.....	13
<b>BAB III PROSEDUR KERJA .....</b>	<b>15</b>
3.1. Alat.....	15
3.2. Bahan .....	15
3.3. Prosedur Kerja.....	16
3.3.1. Preparasi Bahan .....	16
3.3.2. Ekstraksi <i>Chlorella sp.</i> dengan metode mikrowave assisted extraction.....	16
3.3.3. Pengambilan Minyak <i>Chlorella sp.</i> .....	16
3.3.4. Kondisi Operasional GC-MS.....	17
3.4. Rangkaian Alat <i>Microwave Assisted Extraction</i> .....	17
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>18</b>
4.1. Pengaruh Waktu Terhadap Rendemen.....	20
4.2. Pengaruh Daya Terhadap Rendemen .....	21
4.3. Uji Kandungan Minyak Mikroalga dengan GC-MS.....	22
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>27</b>
5.1. Simpulan .....	27
5.2. Saran.....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>



LAMPIRAN.....	31
---------------	----

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kandungan minyak dari beberapa mikroalga .....	9
Tabel 4.1.	Pengaruh Waktu Terhadap Rendemen Minyak Mikroalga Pada Daya 300 W .....	20
Tabel 4.2	Pengaruh Waktu Terhadap Rendemen Minyak Mikroalga Pada Daya 450 W .....	20
Tabel 4.3.	Pengaruh daya terhadap rendemen minyak mikroalga selama 10 menit .....	21
Tabel 4.4.	Pengaruh daya terhadap rendemen minyak mikroalga selama 20 menit .....	21
Tabel 4.5.	Kandungan Terbesar Minyak Mikroalga dengan variasi daya 300 selama 20 menit .....	23
Tabel 4.6.	Kandungan Terbesar Minyak Mikroalga dengan variasi daya 450 selama 20 menit .....	25
Tabel 4.7.	Kandungan Minyak Mikroalga Hasil Ekstraksi Konvensional .....	25

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. <i>Chlorella sp.</i> Dilihat Dari Mikroskop .....	8
Gambar 2.1. Proses Ekstraksi Cair-Cair.....	14
Gambar 3.1. Rangkaian alat ekstraksi dengan metode <i>Microwave Assisted Extraction</i> (MAE).....	17
Gambar 4.1. Proses Shaker Campuran.....	18
Gambar 4.2. Rangkaian <i>Microwave Assisted Extraction</i> (MAE) .....	19
Gambar 4.3. Diagram pengaruh waktu terhadap rendemen minyak mikroalga pada daya 300 dan 450 W .....	21
Gambar 4.4. Diagram Pengaruh Daya Terhadap Rendemen Minyak Mikroalga.....	12
Gambar 4.5. Kromatografi kandungan minyak mikroalga Mikroalga dengan variasi daya 300 selama 20 menit.....	23
Gambar 4.6. Kromatografi kandungan minyak Mikroalga dengan variasi daya 450 selama 20 menit .....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Preparasi Bahan .....	31
Lampiran 2. Skema Ekstraksi <i>Chlorella sp.</i> Dengan <i>Metode Microwave Assisted Extraction</i> .....	31
Lampiran 3. Pengambilan Minyak <i>Chlorella sp.</i> .....	32
Lampiran 4. Perhitungan Rendemen.....	32
Lampiran 5. Foto Praktikum .....	34
Lampiran 6. Spektrum Hasil Analisa GC-MS .....	35

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Biodiesel dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan menghasilkan emisi gas buang yang relatif lebih bersih dibandingkan bahan bakar fosil. Biodiesel dianggap tidak menyumbang pemanasan global sebanyak bahan bakar fosil. Mesin diesel yang beroperasi dengan menggunakan biodiesel menghasilkan emisi karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, partikulat, dan udara beracun yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum (Gerpen, 2004 dalam Widyastuti, 2011). Biodiesel berasal dari lemak alami seperti minyak nabati, minyak hewan atau minyak goreng bekas yang dapat dimanfaatkan baik secara langsung maupun ditambahkan dengan minyak diesel. Zat-zat penyusun utama minyak nabati adalah gliserol dan asam lemak. Minyak nabati merupakan sumber asam lemak tidak jenuh. Beberapa diantaranya merupakan asam lemak esensial misalnya asam oleat, linoleat, linolenat dan asam arachidonat (Kataren, 1986). Asam lemak tersebut biasanya banyak terdapat pada segala jenis bahan pangan penghasil minyak nabati.

Bahan pangan penghasil minyak nabati tumbuh subur di Indonesia misalnya kelapa sawit, jarak pagar, bunga matahari, kedelai, dan jagung. Namun, bahan penghasil minyak nabati tersebut memiliki beberapa kelemahan yang mengakibatkan kurang optimalnya produksi minyak, seperti masa panen yang lama, memerlukan lahan yang subur dan luas, mengganggu keamanan pangan, serta memiliki potensi meningkatkan harga bahan pangan akibat kompetisi dengan kebutuhan pangan. Oleh sebab itu, perlu dicari bahan penghasil minyak nabati yang dapat mengatasi kelemahan tersebut. Kandungan minyak yang cukup tinggi yaitu mencapai 70% dari berat kering, tidak membutuhkan tanah subur, tidak berkompetisi dengan pangan sehingga menjadikan mikroalga sebagai

kandidat bahan baku biodiesel yang paling handal dibandingkan dengan bahan baku biodiesel lainnya (Mata dkk., 2010).

Mikroalga merupakan organisme autotrof yang tumbuh melalui proses fotosintesis. Struktur uniseluler mikroalga memungkinkan mengubah energi matahari menjadi energi kimia dengan mudah. Mikroalga dapat tumbuh dimana saja, baik di ekosistem perairan maupun di ekosistem darat (Ariyanti dkk., 2014). Keuntungan lain dari mikroalga adalah pertumbuhan yang cepat dan produktivitas yang tinggi. Mikroalga dapat menghasilkan biomassa 50 kali lebih besar dibandingkan tumbuhan yang lebih tinggi lainnya (Li dkk., 2008). Diperkirakan mikroalga mampu menghasilkan minyak 200 kali lebih banyak dibandingkan dengan tumbuh-tumbuhan penghasil minyak (kelapa sawit, jarak pagar, dll) pada kondisi terbaiknya (Rachmania dkk, 2010). Dilihat dari nutrisinya, kandungan mikroalga antara lain protein, karbohidrat, minyak nabati (lipid), mineral, dan asam nukleat (Pranayogi, 2003). Kandungan minyak dalam mikroalga biasanya berbentuk gliserol dan asam lemak dengan panjang rantai C14 sampai C22 (Kawaroe dkk., 2010). Akumulasi minyak dalam mikroalga mempunyai kecenderungan untuk meningkat jika organisme tersebut mengalami tekanan. Selain itu, kandungan minyak yang terdapat di dalamnya sangat bervariasi tergantung dari kondisi lingkungan tempat tumbuhnya mikroalga tersebut (Kawaroe dkk., 2010). Pengambilan minyak dari mikroalga merupakan langkah yang menentukan dalam upaya peningkatan hasil minyak nabati yang dapat diperoleh dari mikroalga, sehingga perlu suatu upaya untuk memaksimalkan minyak yang dapat diambil dalam suatu proses ekstraksi (Purwanti, 2014).

Metode ekstraksi berbasis pelarut seperti metode *soxhletasi* sudah banyak dilakukan, misalnya dengan menggunakan n-heksana (Halim dkk., 2011), campuran pelarut kloroform atau metanol (Dyer, 1959), atau metanol (Patil dkk., 2011). Metode *soxhletasi* ini membutuhkan waktu yang relatif lama karena hanya bergantung pada pelarut yang digunakan dan tidak ada proses perusakan sel mikroalga. Selain metode dengan pelarut ekstraksi minyak mikroalga juga dapat dilakukan dengan metode fisik yaitu metode dengan prinsip merusak dinding sel.

Metode ekstraksi dengan prinsip perusakan dinding sel yang banyak diaplikasikan antara lain seperti *sonikasi*. Metode sonikasi menggunakan gelombang ultrasonik dengan bantuan pelarut organik juga telah banyak dilakukan, seperti menggunakan etanol atau n-heksana (Neto dkk., 2013). Metode berbasis pelarut ini menggunakan pelarut-pelarut organik yang berbahaya dalam jumlah relatif banyak, sehingga kurang ramah lingkungan dan relatif mahal. Pemilihan metode biasanya diberatkan pada beberapa faktor yang mendasar.

Dalam metode pengambilan minyak mikroalga ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, yaitu lama waktu yang dibutuhkan selama proses, dan efisiensi energi yang digunakan. Sehingga diperlukan alternatif proses produksi minyak mikroalga yang tepat. Alternatif proses tersebut harus mampu mengekstrak minyak mikroalga dengan cepat sehingga meminimalkan penggunaan energi. Alternatif proses produksi minyak mikroalga yang digunakan adalah metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). MAE merupakan teknik untuk mengekstraksi bahan-bahan terlarut di dalam bahan tanaman dengan bantuan energi gelombang mikro. Teknologi tersebut cocok bagi pengambilan senyawa yang bersifat *thermolabil* karena memiliki kontrol terhadap temperatur yang lebih baik dibandingkan proses pemanasan konvensional. Selain kontrol suhu yang lebih baik, MAE juga memiliki beberapa kelebihan lain, diantaranya adalah waktu ekstraksi yang lebih singkat, konsumsi energi dan pelarut yang lebih sedikit, akurasi dan presisi yang lebih tinggi, dan *setting* peralatan yang menggabungkan fitur *soxhlet* dan kelebihan dari mikrowave (Kurniasari dkk, 2008).

## **1.2. Permasalahan**

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan hasil rendemen yang dihasilkan dengan variasi daya dan waktu yang digunakan?
2. Komponen apa saja yang terkandung dalam minyak mikroalga?

## **1.3. Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui perbandingan hasil rendemen yang dihasilkan dengan variasi daya dan waktu yang digunakan.
2. Mengetahui kandungan yang terdapat dalam minyak mikroalga hasil ekstraksi.

#### **1.4. Manfaat**

Penelitian ini memiliki manfaat untuk perkembangan IPTEK serta manfaat bagi sosial ekonomi masyarakat. Adapun manfaat untuk perkembangan IPTEK adalah informasi tentang kondisi optimal untuk ekstraksi minyak *Chlorella sp.* menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction*. Sedangkan manfaat bagi sosial ekonomi masyarakat adalah menghasilkan sumber minyak nabati yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pengganti bahan bakar fosil tanpa mengganggu kestabilan pangan.



## BAB II

### KAJIAN PUSAKA

#### 2.1. Alga

Alga merupakan tumbuhan *thallus* yang hidup di air, baik air tawar maupun air laut, setidaknya selalu menempati habitat yang lembab atau basah. Alga yang hidup di air ada yang bergerak aktif, ada yang tidak. Jenis alga yang hidup di air, terutama yang tubuhnya ber sel tunggal dan dapat bergerak aktif merupakan penyusun plankton, tepatnya fitoplankton. Di dalam sel alga terdapat plastid yaitu organel sel yang mengandung zat warna (pigmen). Plastid yang terdapat pada alga terutama khloroplas yang mengandung pigmen klorofil yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Sehingga alga bersifat autotrof, karena dapat menyusun sendiri makanannya berupa zat organik dan zat-zat anorganik. Zat warna tersebut berupa fikosianin (berwarna biru), fikosantin (berwarna pirang), fikoeritrin (berwarna merah). Disamping itu juga dapat ditemukan zat-zat warna santofil dan karoten (Tjitrosoepomo, 2005).

Alga dimasukkan ke dalam divisi *Thallophyta* (tumbuhan berthallus) karena mempunyai kerangka tubuh (morfologi) yang tidak berdaun, berbatang, dan berakar, semuanya terdiri dari thallus (batang) saja. Sampai kini *Thallophyta* memiliki 7 filum yaitu *Euglenophyta*, *Chlorophyta*, *Chrysophyta*, *Pyrrophyta*, *Phaeophyta*, *Rhodophyta*, dan *Cryptophyta*. Untuk menentukan divisi dan mencirikan kemungkinan hubungan filogenetik di antara kelas secara khas dipakai komposisi plastida pigmen, persediaan karbohidrat, dan komposisi dinding sel (Aslan, 1991). Alga secara morfologi dapat terbagi menjadi dua golongan yaitu mikroalga (alga dengan ukuran mikroskopis) dan makroalga (alga yang berukuran makro). Namun, secara spesifik bentuk tubuh beserta ukurannya tidak akan sama

persis dengan tumbuhan dan ukuran tubuhnya sekalipun dalam bentuk makro tidak mudah dilihat dengan mata telanjang (Faizal, 2012).

Reproduksi alga dapat dilakukan baik itu secara seksual maupun aseksual. Reproduksi aseksual biasanya dilakukan dengan pembelahan sel ataupun dengan spora. Salah satu contoh spora uniseluler yang dihasilkan disebut dengan *akinet*, selain itu ada pula spora yang berflagella dan motil yang dinamakan *zoospora* sedangkan spora nonmotil disebut juga dengan *aplanospora* (Siregar, 2012).

## 2.2. Mikroalga

Mikroalga pada umumnya merupakan tumbuhan renik berukuran mikroskopik (diameter antara 3-30  $\mu\text{m}$ ) yang termasuk dalam kelas alga dan hidup sebagai koloni maupun sel tunggal di seluruh perairan tawar maupun laut. Morfologi mikroalga berbentuk uniseluler atau multiseluler tetapi belum ada pembagian fungsi organ yang jelas pada sel-sel komponennya. Hal itulah yang membedakan mikroalga dari tumbuhan tingkat tinggi (Romimohtarto, 2004).

Mikroalga diklasifikasikan menjadi empat kelompok antara lain: diatom (*Bacillariophyceae*), alga hijau (*Chlorophyceae*), alga emas (*Chrysophyceae*) dan alga biru (*Cyanophyceae*) (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Eryanto dkk., (2003) dalam Harsanto (2009) menyatakan bahwa penyebaran habitat mikroalga biasanya di air tawar (*limnoplankton*) dan air laut (*haloplankton*). Berdasarkan distribusi vertikal di perairan, mikroalga dikelompokkan menjadi tiga yaitu hidup di zona euphotik (*ephiplankton*), hidup di zona disphotik (*mesoplankton*), hidup di zona aphotik (*bathyplankton*) dan yang hidup di dasar perairan/ bentik (*hypoplankton*) (Eryanto dkk., 2003 dalam Harsanto, 2009).

Dalam biomassa mikroalga terkandung bahan-bahan penting yang sangat bermanfaat, misalnya protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Persentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis alga. Sebagai contoh, mikroalga *Chlorella vulgaris* memiliki kandungan protein sebesar 51–58%, karbohidrat 12-17%, lemak 14–22% dan asam nukleat 4 – 5%. *Spirulina platensis* memiliki kandungan protein sebesar 46–43%, karbohidrat 8–14%, lemak 4–9%,

dan asam nukleat 2–5% (Becker, 1994). Dengan nilai gizi tersebut, mikroalga dapat digunakan sebagai sumber pangan.

Mikroalga sebagai stok pangan sebenarnya sudah lama digunakan oleh bangsa China. Mikroalga yang digunakan umumnya adalah *Arthospira*, *Nostoc*, dan *Aphanizamenon* lebih dari 2000 tahun yang lalu. Produksi mikroalga sebagai stok pangan mulai digalakkan secara masiv ketika perang dunia kedua, di mana Jepang, Amerika, dan Jerman waktu itu sedang menghadapi krisis. (Potvin dan Zhang, 2010). Salah satu mikroalga yang mudah didapatkan dan dikembangkan di Indonesia adalah *Chlorella*.

### 2.3. *Chlorella sp.*

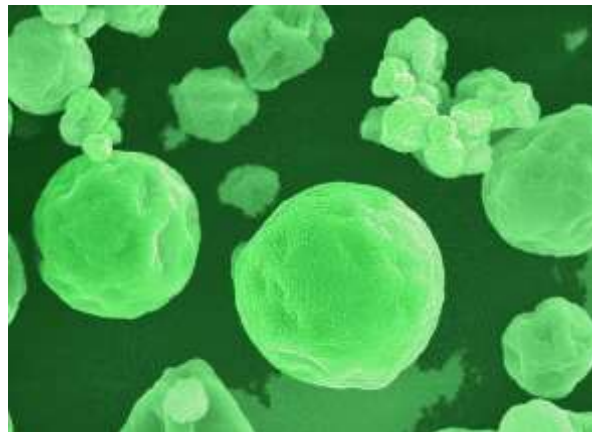
*Chlorella sp.* merupakan kelompok organisme protista autotrof, yakni protista yang mampu membuat makanannya sendiri, karena organisme ini mempunyai pigmen klorofil, sehingga dapat melakukan fotosintesis. *Chlorella sp.* termasuk salah satu kelompok alga hijau yang paling banyak jumlahnya diantara alga hijau lainnya, 90% *chlorella* hidup di air tawar dan 10% *chlorella sp.* hidup di air laut (Pitriana dkk, 2008). Mikroalga adalah tumbuhan mikroskopik yang menggunakan karbondioksida sebagai sumber karbon (Sundstrom, dkk.1997 dalam Dyah, 2011), merupakan salah satu organisme yang dapat tumbuh pada rentang kondisi yang luas di permukaan bumi. Tumbuhan jenis ini biasanya ditemukan pada tempat-tempat yang lembab atau benda-benda yang sering terkena air dan banyak hidup pada lingkungan berair di permukaan bumi.

Nama *Chlorella* berasal dari zat bewarna hijau (*chlorophyll*) yang juga berfungsi sebagai katalisator dalam proses fotosintesis (Steenblock, 2000). *Chlorella sp.* dikategorikan ke dalam kelompok alga hijau yang memiliki jumlah genera sekitar 450 dan jumlah spesies lebih dari 7500 (Bold dan Wynne, 1985).

Nama alga hijau diberikan karena kandungan zat hijau (*chlorophyll*) yang dimilikinya sangat tinggi, bahkan melebihi jumlah yang dimiliki oleh beberapa tumbuhan tingkat tinggi. Klasifikasi *Chlorella sp.* (Bold dan Wynne, 1985) adalah sebagai berikut:.

Divisi : *Chlorophyta*  
Kelas : *Chlorophyceae*  
Ordo : *Chlorococcales*  
Famili : *Oocystaceae*  
Genus : *Chlorella*  
Spesies : *Chlorella sp.*

Bentuk umum sel-sel *Chlorella sp.* adalah bulat atau elips (bulat telur), termasuk fitoplankton bersel tunggal (unisellular) yang soliter, namun juga dapat dijumpai hidup dalam koloni atau bergerombol. Diameter sel umumnya berkisar antara 2-12 mikron, warna hijau karena pigmen yang mendominasi adalah klorofil (Bold, 1980). *Chlorella sp.* merupakan organisme eukariotik (memiliki inti sel) dengan dinding sel yang tersusun dari komponen selulosa dan pektin sedangkan protoplasmanya berbentuk cawan (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).



Gambar 2.1. *Chlorella sp.* Dilihat dengan Mikroskop

Berdasarkan habitat hidupnya *Chlorella* dapat dibedakan menjadi *Chlorella* air tawar dan *Chlorella* air laut. Contoh *Chlorella* yang hidup di air laut adalah *Chlorella vulgaris*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella virginica* dan lain-lain (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995). Umumnya *Chlorella* bersifat planktonis yang melayang di dalam perairan, namun beberapa jenis *Chlorella* juga ditemukan mampu bersimbiosis dengan hewan lain misalnya *Hydra* dan beberapa *Ciliata* air tawar seperti *Paramecium bursaria* (Dolan, 1992).

Diketahui bahwa mikroalga mempunyai kandungan minyak cukup tinggi. Komponen utama minyak dari mikroalga adalah triasil gliserida (Guschina dkk, 2006). Berikut adalah kandungan minyak dari *Chlorella* sp. dibanding dengan mikroalga lain :

Tabel 2.1. Kandungan minyak dari beberapa mikroalga

Jenis mikroalga	% minyak dari berat kering
<i>Botryococcus braunii</i>	25-75
<i>Chlorella</i> sp.	28-32
<i>Cryptocodinium cohnii</i>	20
<i>Cylindrotheca</i> sp.	16-37
	23
<i>Dunaliella primolecta</i>	25-33
<i>Isochrysis</i> sp.	20
<i>Monallanthus salina</i> N	20-35
<i>Nannochloris</i> sp.	31-68
	35-54
<i>Nannochloropsis</i> sp.	45-47
<i>Neochloris oleoabundans</i>	20-30
<i>Nitzschia</i> sp.	50-77

Sumber (Christi, 2007)

#### 2.4. Heksana

Pelarut adalah benda cair atau gas yang melarutkan benda padat, cair atau gas, yang menghasilkan sebuah larutan. Pelarut paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah air. Pelarut lain yang juga umum digunakan adalah bahan kimia organik (mengandung karbon) yang juga disebut pelarut organik. Pelarut biasanya memiliki titik didih rendah dan lebih mudah menguap, meninggalkan substansi terlarut yang didapatkan. Jenis pelarut lain yang sering digunakan adalah heksana (Guenther, 1987).

Heksana adalah jenis pelarut non polar yang sering digunakan karena memiliki titik didih yang rendah sehingga mudah diuapkan. Seluruh isomer heksana amat tidak reaktif, dan sering digunakan sebagai pelarut organik yang inert. Heksana juga umum terdapat pada bensin dan lem sepatu, kulit dan tekstil. Berikut adalah data dari pelarut heksana:

Rumus	: CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>
Massa molar	: 86,18 g/mol
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Bau	: Seperti benzena
pH	: Tidak berlaku
Viskositas	: 0,326 mPa.s pada 20 °C
Titik lebur	: -94,3 °C
Titik didih	: 69 °C
Suhu menyala	: 240 °C
Titik nyala	: -22 °C
Sifat oksidator	: Data tidak tersedia
Tekanan uap	: 160 hPa
Densitas	: 0,66 g/cm <sup>3</sup>
Peraturan (UE) No. 1907/2006 revisi 2010	

## 2.5. Metode Pengambilan Minyak Mikroalga

Minyak hasil ekstraksi sangat ditentukan oleh metode perusakan dan juga alat yang digunakan. Proses dengan menggunakan metode dan alat yang tepat dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi (Lee dkk., 2009). Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mengekstrak minyak dari mikroalga, antara lain:

### a. Metode Pengepresan (*Could Oil Extraction*)

Pengeresan merupakan metode yang paling sederhana karena hanya membutuhkan alat press saja. metode ini sangat cocok dipakai untuk produksi dalam skala kecil. Proses ini mempunyai efisiensi yang sangat rendah karena untuk mendapatkan minyak, mikroalga harus dipress hingga hancur. Metode ini hanya dapat mengekstraksi minyak 70% dari jumlah kandungan minyak mikroalga, sedangkan sisanya masih bercampur dengan sisa ekstraksi yang berupa karbohidrat (Sulistyo, 2010). Contoh metode ini adalah Ekstraksi minyak kemiri dengan cara pengepresan

b. Metode Pelarut Heksana (*Hexane Solvent Oil Extraction*)

Ekstraksi dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia. Benzena dan eter dapat digunakan sebagai pelarut, namun harganya yang mahal menjadi pertimbangan untuk memakainya, heksana adalah salah satu pelarut yang sering digunakan karena harganya yang relatif murah dan mudah didapat. Penggunaan heksana dapat dilakukan dengan *metode lepage* yang dimodifikasi. Ekstraksi dengan heksana dilakukan dengan mencampurkan heksana dengan isopropanol dengan perbandingan 3:2 kemudian dicampurkan dengan bahan kering dan dicentrifuge. Penggunaan heksan juga dapat dilakukan pada metode pengpresan, heksana dicampurkan dengan biomassa sisa pengepressan (Halim dkk., 2011). Contoh dari metode ini adalah ekstraksi minyak atsiri bunga krisan dengan pelarut heksana

c. Ekstraksi Fluida Superkritis (*Supercritical Fluid Extraction*)

Metode ekstraksi minyak dengan memanfaatkan sifat fluida pada keadaan superkritis untuk mengekstraksi bahan organik dari sampel padat. Fluida Superkritis adalah keadaan ketika fluida berada pada temperatur dan tekanan superkritis, pada keadaan ini dinding sel akan rusak dan mengakibatkan minyak akan keluar (Purwadi, 2006).

Namun cara ini membutuhkan alat khusus untuk menahan tekanan dan membutuhkan cairan ekstraksi superkritis/CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> dicairkan dengan tekanan dan dipanaskan hingga mencapai suatu titik dengan sifat-sifat yang dimilikinya antara cair dan gas. Fluida cair ini selanjutnya bertindak sebagai pelarut (Sulistyo, 2010). Contoh dari metode ini adalah ekstraksi minyak atsiri.

d. Metode Kedutan Osmotik (*Osmotic Shock*)

Metode *osmotic shock* ini melakukan penurunan tekanan osmotik secara tiba-tiba pada suatu mikroorganisme sehingga akan menyebabkan sel rusak. Metode ini dapat digunakan untuk melepaskan komponen-komponen seluler seperti minyak (Anonim, 2015). Contoh dari metode ini adalah ekstraksi minyak nabati.

e. Metode Ultrasonik (*Ultrasonic Extraction*)

Teknik ini dikenal dengan sonikasi yaitu pemanfaatan efek gelombang ultrasonik untuk mempengaruhi perubahan-perubahan yang terjadi pada proses. Keuntungan utama dari ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik dibandingkan dengan ekstraksi konvensional menggunakan *soxhlet* yaitu efisiensi lebih besar dan waktu operasinya lebih singkat. Selain itu ekstraksi konvensional menggunakan *soxhlet* biasanya memberikan laju perpindahan yang rendah (Garcia, 2004).

Metode ultrasonik menggunakan reaktor ultrasonik, gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk membuat gelembung kavitasi dalam bahan pelarut. Ketika gelembung pecah didekat dinding sel, menciptakan gelombang kedut dan menyebabkan dinding sel pecah sehingga melepas minyak yang ada dalam sel (Vinatoru, 2001). Contoh metode ini adalah Ekstraksi Oleoresin Jahe dengan bantuan Ultrasonik.

f. *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

MAE merupakan teknik untuk mengekstraksi bahan-bahan terlarut di dalam bahan dengan bantuan energi gelombang mikro. Teknik ini dapat diterapkan baik pada fasa cair yakni cairan digunakan sebagai pelarut maupun fasa gas yakni gas sebagai media pengekstrak. Proses ekstraksi fasa cair didasarkan pada prinsip perbedaan kemampuan menyerap energi *microwave* pada masing-masing senyawa yang terkandung di dalam bahan tanaman. Parameter yang biasa digunakan untuk mengukur sifat fisik ini disebut sebagai konstanta dielektrik. Teknik MAE juga tergantung pada konstanta dielektrik dari pelarut yang digunakan (Kurniasari, 2008). Konstanta dielektrik adalah properti bahan isolator listrik (dielektrik) sama dengan rasio kapasitansi dari kapasitor diisi dengan materi yang diberikan kepada kapasitansi kapasitor identik dalam ruang hampa tanpa bahan dielektrik.

Panas radiasi gelombang mikro ini dapat memanaskan dan menguapkan air pada sel sampel. Sehingga tekanan pada dinding sel meningkat. Akibatnya, sel



membengkak (*swelling*) dan tekanan tersebut mendorong dinding sel dari dalam, meregangkan, dan memecahkan sel tersebut (Alupululai, 2012 dalam Fadhli, 2013). Rusaknya sel tumbuhan mempermudah senyawa target keluar dan terekstraksi (Jain, 2009 dalam Fadhli, 2013).

Dewasa ini, teknologi *microwave* tidak hanya diaplikasikan pada pengolahan bahan makanan. Salah satu aplikasi yang saat ini sedang banyak dikaji adalah untuk isolasi minyak atsiri dari bahan tanaman menggantikan teknologi konvensional seperti distilasi uap (*hydrodistillation*), ekstraksi dengan lemak (*enfleurage*), dan ekstraksi pelarut (*solvent extraction*) (Guenther, 1948). Proses ekstraksi menggunakan gelombang mikro dilaporkan memiliki kelebihan terutama dalam hal mengurangi durasi waktu ekstraksi. Energi gelombang mikro menjadi alternatif yang menarik guna menggantikan proses pemanasan konvensional karena pada pemanasan konvensional, perpindahan panas terjadi melalui gradien panas, sedangkan pada pemanasan menggunakan gelombang mikro (*microwave*), pemanasan terjadi melalui interaksi langsung antara material dengan gelombang mikro. Akibatnya transfer energi berlangsung lebih cepat, dan berpotensi meningkatkan kualitas produk (Farida, 2015).

## **2.6. Eksraksi**

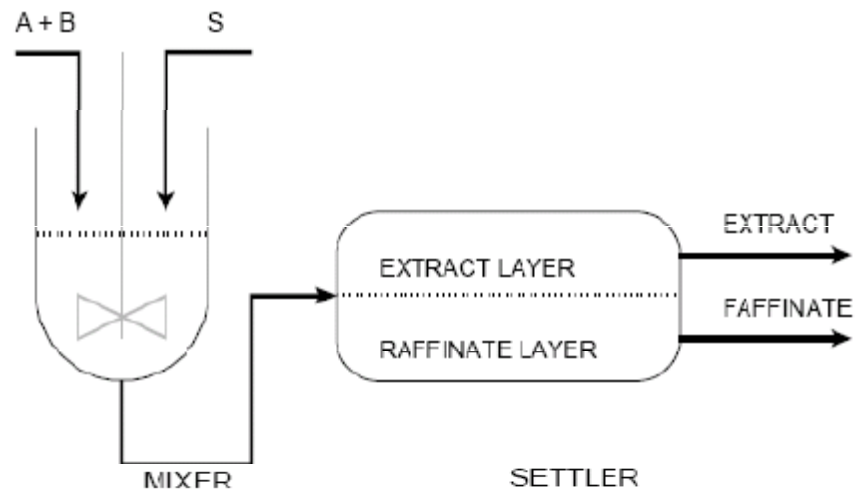
Ekstraksi adalah pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Ekstraksi juga merupakan proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen menggunakan pelarut cair sebagai separating agen. Prinsip ekstraksi adalah kemampuan larut yang berbeda dari komponen-komponen dalam campuran (Sukma, 2013). Contoh ekstraksi : pelarutan komponenkomponen kopi dengan menggunakan air panas dari biji kopi yang telah dibakar atau digiling. Ekstraksi dibagimenjadi dua yaitu:

### **a. Ekstraksi padat-cair**

Pada ekstraksi padat-cair, satu atau beberapa komponen yang dapat larut dipisahkan dari bahan padat dengan bantuan pelarut. Pada ekstraksi, yaitu ketika bahan ekstraksi dicampur dengan pelarut, maka pelarut menembus kapiler-kapiler dalam bahan padat dan melarutkan ekstrak (Sukma, 2013).

b. Ekstraksi cair-cair

Ekstraksi cair-cair (*liquid extraction, solvent extraction*): solute dipisahkan dari cairan pembawa (diluen) menggunakan pelarut cair. Campuran diluen dan pelarut ini adalah heterogen (tidak saling campur), jika dipisahkan terdapat 2 fase, yaitu fase diluen (rafinat) dan fase pelarut (ekstrak). Perbedaan konsentrasi solute di dalam suatu fasa dengan konsentrasi pada keadaan setimbang merupakan pendorong terjadinya pelarutan (pelepasan) solute dari larutan yang ada (Sukma, 2013).



Gambar 2.2. Proses Ekstraksi Cair-cair

Pada ekstraksi cair-cair, satu komponen bahan atau lebih dari suatu campuran dipisahkan dengan bantuan pelarut. Seperti halnya pada proses ekstraksi padat-cair, ekstraksi cair-cair selalu terdiri atas sedikitnya dua tahap, yaitu pencampuran secara intensif bahan ekstraksi dengan pelarut, dan pemisahan kedua fasa cair itu sesempurna mungkin. Pada saat pencampuran terjadi perpindahan massa, yaitu ekstrak meninggalkan pelarut yang pertama (media pembawa) dan masuk ke dalam pelarut kedua (media ekstraksi). Sebagai syarat ekstraksi ini, bahan ekstraksi dan pelarut tidak saling melarut.

## BAB III PROSEDUR KERJA

### 3.1. Alat

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| a. <i>Oven Microwave</i> | j. Erlenmeyer 250 ml        |
| b. Gelas arloji          | k. Kondensor Spiral         |
| c. Spatula               | l. <i>Shaker</i>            |
| d. Botol kaca            | m. Pompa vakum              |
| e. Gelas ukur            | n. Corong <i>Buchner</i>    |
| f. Corong kaca           | o. Ekstraktor               |
| g. Pengaduk kaca         | p. <i>Heating Mantel</i>    |
| h. Neraca Analitik       | q. Selang, pompa, dan ember |
| i. Corong pisah          | r. Kertas saring            |

### 3.2. Bahan

- a. Serbuk *Chlorella sp.*

Serbuk *Chlorella sp.* didapatkan di Balai Besar Pengembangan Air Payau (BBPAP) Jepara, dengan spesifikasi:

Bentuk : Serbuk  
Warna : Hijau  
Jenis : *Chlorella sp.*

- b. Heksana

Heksana didapatkan di Toko Kimia Indrasari Semarang, dengan spesifikasi:

Bentuk : Cair  
Warna : Jernih/Tidak Berwarna  
Titik Didih : 70 °C  
Sifat : Beracun  
Massa molar : 86,18 g/mol  
Viskositas : 0,326 mPa.s pada 20 °C  
Titik lebur : -94,3 °C

Titik didih : 69 °C  
Suhu menyala : 240 °C  
Densitas : 0,66 g/cm<sup>3</sup>

### 3.3. Prosedur Kerja

#### 3.3.1. Preparasi Bahan

- a. Masukkan 50 gr *Chlorella sp.* ke dalam erlenmeyer.
- b. Tambahkan 200 ml aquades.
- c. Kemudian campuran dihomogenkan dengan bantuan *shaker* selama 1 jam dengan kecepatan 300 rpm.

#### 3.3.2. Ekstraksi *chlorella sp.* Dengan Metode *Microwave Assisted Extraction*

- a. Masukkan sampel hasil preparasi ke dalam tabung ekstraktor kemudian campuran diekstraksi menggunakan *Oven Microwave* dengan variasi daya 300 watt selama 10 dan 20 menit serta 450 selama 10 menit dan 20 menit.
- b. Kemudian saring *chlorella sp.* corong *buchner*.
- c. Filtrat hasil penyaringan dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan dengan pelarut heksan dengan perbandingan 2:1.
- d. Campuran didiamkan selama 3 hari.

#### 3.3.3. Pengambilan Minyak *Chlorella sp.*

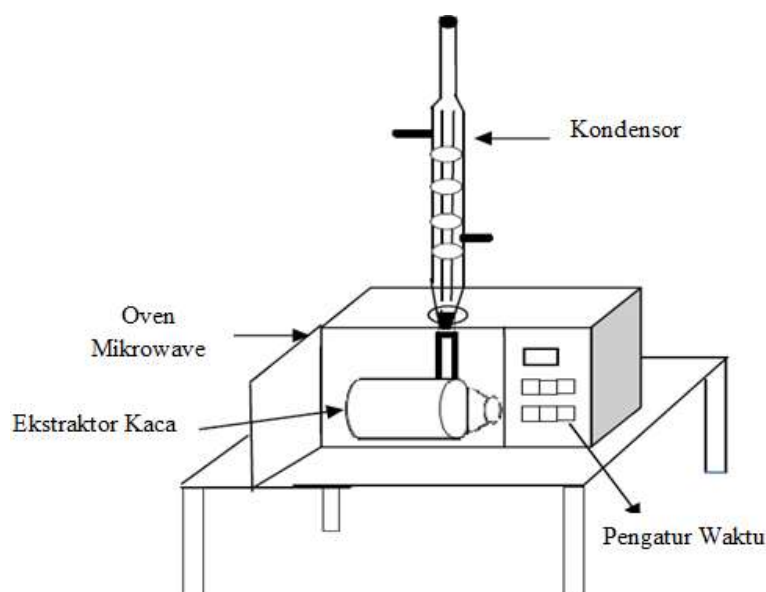
- a. Campuran filtrat hasil ekstraksi dan heksan akan memisah menjadi 2 bagian, kemudian ambil bagian atas (heksan).
- b. Distilasi heksan yang mengandung minyak dengan suhu 70 °C.
- c. Minyak kemudian didiamkan dalam lemari asam hingga berat konstan.
- d. Minyak yang dihasilkan kemudian diuji dengan GC-MS.

### 3.3.4. Kondisi Operasional GC-MS

Analisis GC-MS minyak nabati *Chlorella sp.* dilakukan di Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang menggunakan GC Perkin Elmer dengan GC Clarus 680 & MS SQ 8T, dengan kondisi antara lain: tipe instrumen PE Autosystem GC, kecepatan sampling 1,5625, kontrol carrier PFlow-He, panjang kolom 30 meter, initial setpoint 1 ml/menit, diameter 250  $\mu\text{m}$ , program suhu oven 50-300  $^{\circ}\text{C}$ , total waktu run 29 menit.

### 3.4. Rangkaian alat *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

Serangkaian alat yang digunakan dalam ekstraksi minyak *Chlorella sp.* menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1. Rangkaian alat ekstraksi dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Simpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil rendemen terbesar antara perbandingan daya dan waktu yang digunakan adalah variasi daya 450 W selama 20 menit yaitu 0,547%.
2. Berdasarkan uji GC-MS, minyak mikroalga hasil ekstraksi mengandung senyawa asam oleat dan beberapa senyawa lain seperti zat warna tanin.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dari percobaan yang telah dilakukan, penulis memberikan saran :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi daya yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama untuk mengetahui rendemen terbesar yang dihasilkan dengan metode MAE.
2. Perlu dilakukan variasi rasio bahan untuk mengetahui rendemen terbesar yang dihasilkan dengan metode MAE.
3. Perlu dilakukan pengadukan selama ekstraksi agar bahan dan pelarut tercampur rata.
4. Perlu dilakukan variasi jenis pelarut untuk ekstraksi cair-cair agar mengetahui pelarut mana yang paling baik mengikat minyak.

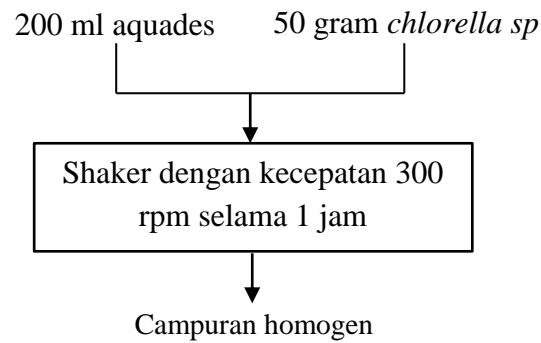
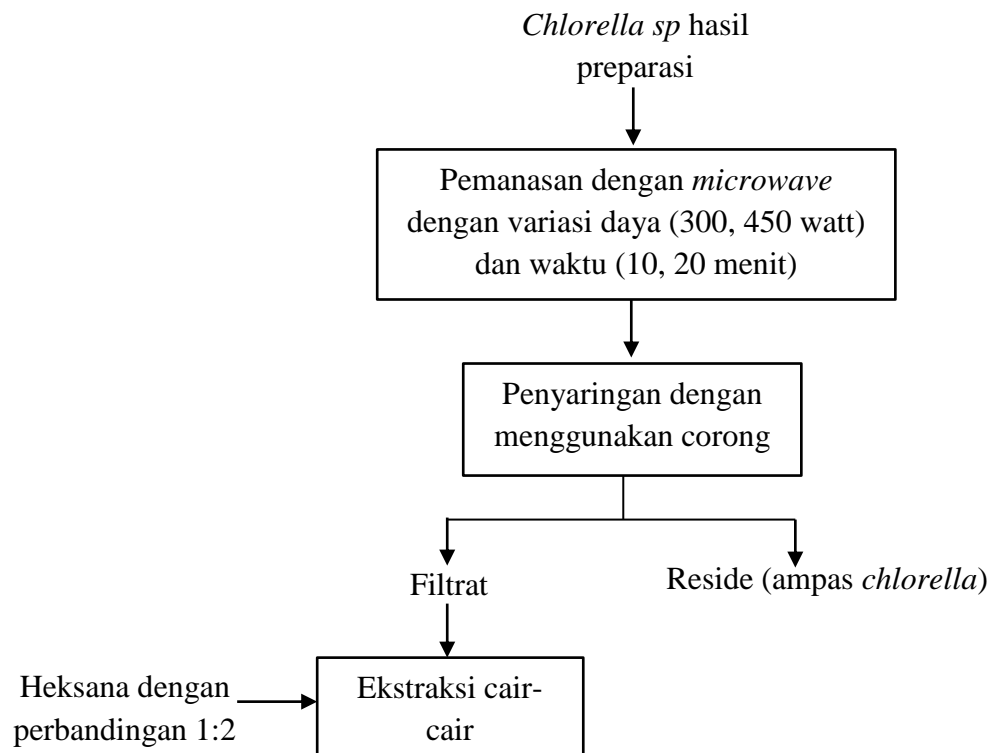
## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2015. Algae oil extraction, <http://www.oilalgae.com/alga/oil/axtract/extract.html>. Diakses pada 21 September 2015.
- Aslan, I.M, 1991. *Budidaya Rumput Laut*. Kanisius. Yogyakarta.
- Becker E.W., 1994., *Oil production*. dalam Baddiley, dkk., editors. *Microalgae: biotechnology and microbiology*. Cambridge University Press
- Bligh Dyer, 1959. *A Rapid Method for Total Lipid Extraction and Purification*, Can. J. Biochem.
- Chisti, J., 2007, *Biodiesel from microalgae.*, *Biotechnology Advances*, (25) 294-06.Cisneros.
- Dewi, A. C., 2014. *Sintesis Biodiesel Dari Minyak Mikroalga Chlorella Vulgaris Dengan Reaksi Transesterifikasi Menggunakan Katalis KOH*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Semarang: Unnes
- Dyah P., Shintawati. 2011. *Produksi Biodiesel dari Mikroalga Chlorella Sp dengan Metode Esterifikasi In-Situ*. Masters thesis, Universitas Diponegoro. Semarang: Undip.
- Elwin. 2014. *Analisa Pengaruh Waktu Pretreatment Dan Konsentrasi Naoh Terhadap Kandungan Selulosa, Lignin Dan Hemiselulosa Eceng Gondok Pada Proses Pretreatment Pembuatan Bioetanol*. Universitas Brawijaya. Malang
- Fadhli, M., 2013. <http://haiyulfadhli.blogspot.co.id/2013/01/metode-ekstraksi.html>. Diakses pada 21 September 2015.
- Farida, R., Nisa, F. C., 2015. *Ekstraksi antosianin limbah kulit manggis metode microwave assisted extraction (lama ekstraksi dan rasio bahan : pelarut)*. Fakultas Teknologi Pertanian. Malang: Unibraw.
- Garcia, J.L.L., Castro M.D.L., 2004. *Ultrasound-assisted soxhlet extraction : an expeditive approach for solid sample treatment, Application to the extraction of Total Fat from oleaginous seeds*, *Journal of Chromatography*
- Guenther, E, 1987. *Minyak Atsiri*. Diterjemahkan oleh R.S. Ketaren dan R. Mulyono, UI: Jakarta: UI Press.
- Harsanto, S., 2009. *Analisis Asam Lemak Mikroalga Nannochloropsis Oculata*. Tesis. Program Magister Bidang Keahlian Kimia Organik. Jurusan Kimia FMIPA Institusi Teknologi Sepuluh November. Surabaya: ITS.
- Kataren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia:Salemba.
- Kawaroe, M., Prariono, T., Sunuddin, A., Sari, S.W., Augustine, D., 2010, *Mikroalga: Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*, PT. Penerbit IPB Press, Bogor.
- Khotimah, K., Darius, dan Budi B.S., 2013. *Uji Aktivitas Senyawa Aktif Alga Coklat (Sargassum Fillipendulla) Sebagai Antioksidan Pada Minyak Ikan Lemuru (Sardinella Longiceps)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unibraw. Malang: Unibraw.

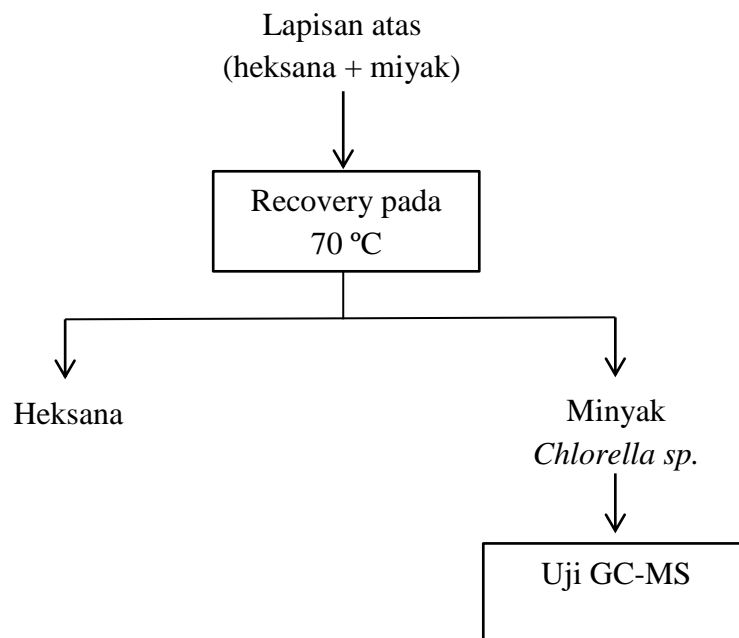
- Kurniasari, L., Hartati, I., Ratnani, R. D., Sumantri, I., 2008. *Kajian Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Microwave Assisted Extraction (MAE)*. Momentum, Vol. 4, No. 2, Oktober 2008 : 47 – 52.
- Lestari, P., Wijana, S., Ika, W.P., 2013. *Ekstraksi Tanin Dari Daun Alpukat (Persea Americana Mill.) Sebagai Pewarna Alami (Kajian Proporsi Pelarut Dan Waktu Ekstraksi)*. Malang: Unibraw.
- Lee, Jae-Yon, Chan Yoo Soo, So-Young Jun, Chi-Yong Ahn, Hee-Mock Oh., 2009. *Comparison of Several Methods for Effective Lipid Extraction from Microalgae*. Bioresour, Technol,
- Li, Y., Horsman, M., Lan, C.Q., dan Dubois-Calero M., 2008, Biofuels from Microalgae, Biotechnol.
- Margaretta, 2011. *Ekstraksi Senyawa Phenolic Pandanus Amaryllifolius Roxb. Sebagai Antioksidan Alami*. Jurusan Teknik Kimia. Surabaya. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
- Mata, T.M., Martins, A.A., dan Caetano, N.S., 2010, Microalgae for Biodiesel Production and other Applications: A Review, Renew. and Sustainable Energy Reviews, 14 (1): 217-232.
- Nurfazizah, S., Puspitasari, T., Widiyanti, S., Hartati, I., 2015. Optimasi Ekstraksi Daun Surian (*Toonana Sureni Merr*) Sebagai Bioinsektisida Dengan Menggunakan Metode MAE (*Microwave Assisted Extraction*). Universitas Wahid Hasyim. Semarang: Unwahas
- Potvin, G., Zhang, Z., 2010, *Strategies for high level recombinant protein expression in transgenic microalgae*: A review. Biotechnology Advance, Vol.28: hal. 910-918.
- Rachamniah, O., Setyarini, R.D., dan Maulida, L., 2010. *Pemilihan Metode Ekstraksi Minyak Alga dari Chlorella sp. dan Prediksinya Sebagai Biodiesel*. Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya: ITS.
- Pranayogi, D., 2003. *Studi Potensi Pigmen Klorofil Dan Mikroalga Jenis Chlophyceae*. Lampung: Universitas Lampung
- Patil, V., Tran, K.Q., and Giselrod, H.R. 2008. Towards sustainable production of biodiesels from microalgae. *Int. J. Mol. Sci*.
- Pitriana, P. Dan Rahmatia, D., 2008. *Bioekspo, Menjelajah Alam dengan Biologi*, Jatra Graphics: Solo.
- Purwadi, R., Taherzadeh, M. J., 2006. *Production Of Ethanol From Lignocellulosic Meterials: Detoxification And Fermentation Strategy*, seminar nasional teknik kimia. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta: UGM.
- Purwanti, A., 2014. *Pengambilan Lipid Dari Mikroalgabasah Dengan Cara Ekstraksi Dalam Autoklaf*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri. Yogyakarta: ST AKPRIND Yogyakarta.
- Riyanti, D., Sri, C.B., Cahyo, A.K., 2012. *Modifikasi Tepung Umbi Talas Bogor (Colocasia Esculentum (L) Schott) Dengan Teknik Oksidasi Sebagai Bahan Pangan Pengganti Tepung Terigu*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Semarang: Undip.



- Septiyaningsih, L., dkk. 2012. *Ekstraksi Minyak Nabati Dari Scenedesmus Sp. Menggunakan Gelombang Mikro*. Seminar fisika Unj. Jakarta: Unj.
- Siregar, B.I.T., dkk. 2012. *Identifikasi Dominasi Genus Alga Pada Air Boezem Morokembrangan Sebagai Sistem High Rate Algae Pond (HRAP)*.
- Sri, T.I.M.S., Ginting, R., & Chalil, D., 2013. *Analisis Keterkaitan Harga Minyak Nabati Di Pasar Internasional*. Fakultas Pertanian USU. Medan: USU Medan
- Sukma, I.W.D., 2013. *Ekstraksi Cair-Cair*. Fakultas teknik kimia. Lampung: Unila
- Sulistyo, Joko. 2010. *Eksplorasi Sumber Daya Mikroba Penghasil Lemak Sel Tunggal Untuk Pengembangan Bioenergi Alternatif Berbasis Biodiesel dan Biometan*. Lembaga ilmu pengetahuan indonesia (LIPI).
- Vinatoru, M., 2001. *An Overview of The Ultrasonically Assisted Extraction of Bioactive Principles from Herbs*. Ultrasonics Sonochemistry, vol. 8, halaman 301-313.
- Widyastuti, D.R., 2015. *Ekstraksi Pektin Kulit Jeruk Bali Dengan Microwave Assisted Extraction Dan Aplikasinya Sebagai Edible Film*. Semarang: Unnes.

**Lampiran 1. Skema Preparasi Bahan****Lampiran 2. Skema Ekstraksi *Chlorella sp.* Dengan Metode *Microwave Assisted Extraction***

### Lampiran 3. Pengambilan Minyak *Chlorella sp.*



### Lampiran 4. Perhitungan Rendemen

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{massa botol isi} - \text{massa botol kosong}}{\text{massa mikroalga kering}} \times 100\%$$

Daya 300 W

Waktu (menit)	berat botol kosong (gr)	berat botol isi (gr)	berat sampel (gr)
10	6,561	6,773	0,212
20	6,745	6,962	0,217

$$\begin{aligned} \text{Rendemen waktu 10 menit} &= \frac{6,773 \text{ gr} - 6,561 \text{ gr}}{50 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,424\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen waktu 20 menit} &= \frac{6,962 \text{ gr} - 6,745 \text{ gr}}{50 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,434\% \end{aligned}$$

Daya 450 W

Waktu (menit)	berat botol kosong (gr)	berat botol isi (gr)	berat sampel (gr)
10	6,554	6,795	0,241
20	6,611	6,885	0,274

$$\begin{aligned} \text{Rendemen waktu 10 menit} &= \frac{6,795 \text{ gr} - 6,554 \text{ gr}}{50 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,482\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen waktu 20 menit} &= \frac{6,885 \text{ gr} - 6,611 \text{ gr}}{50 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,547\% \end{aligned}$$

### Lampiran 5. Foto Praktikum



Gambar 1. Serbuk *Chlorella* sp.



Gambar 2. Menshaker Campuran



Gambar 3. Minyak *Chlorella* sp.



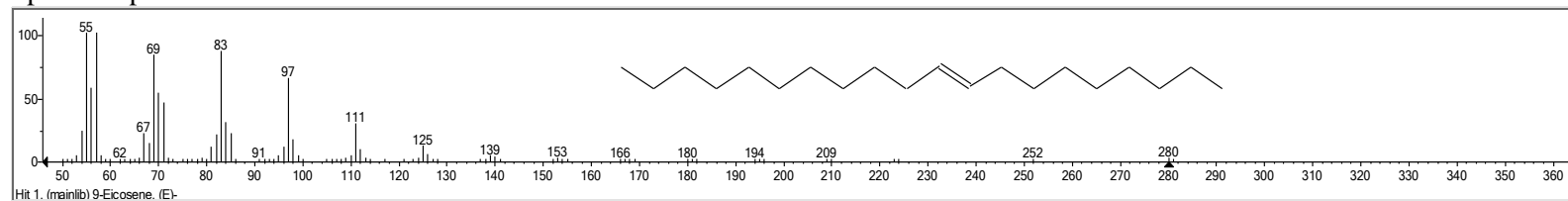
Gambar 4. Alat GC-MS Perkin



Gambar 5. Rangkaian *Microwave Assisted Extraction*

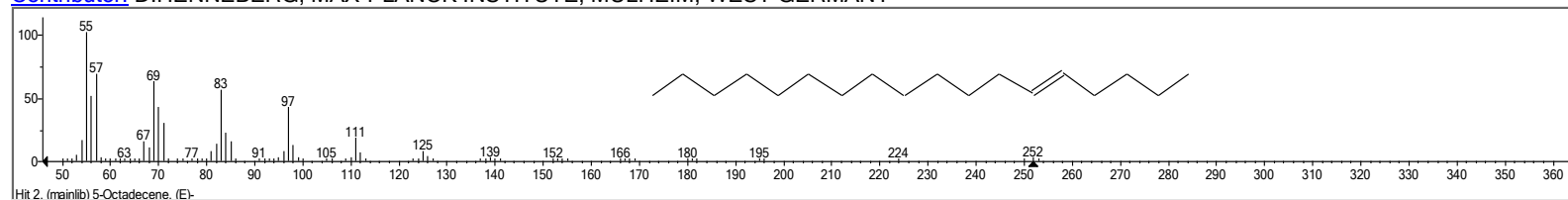
### SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 1

Spektrum pada RT = 17.675 menit



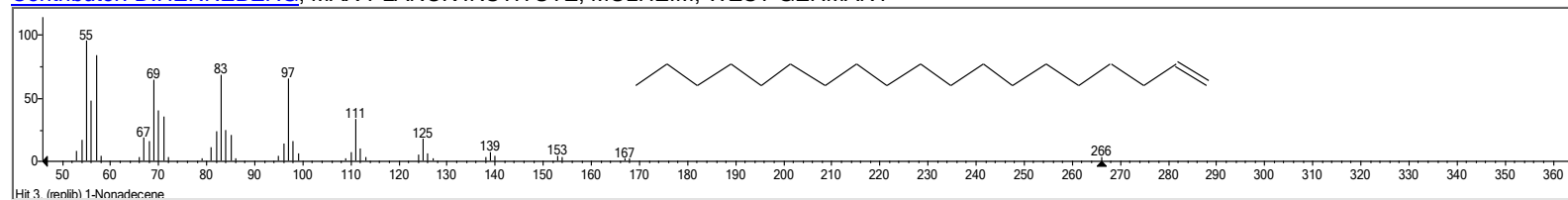
[Name:](#) 9-Eicosene, (E)-/ (9E)-9-Icosene

[Contributor:](#) D.HENNEBERG, MAX-PLANCK INSTITUTE, MULHEIM, WEST GERMANY



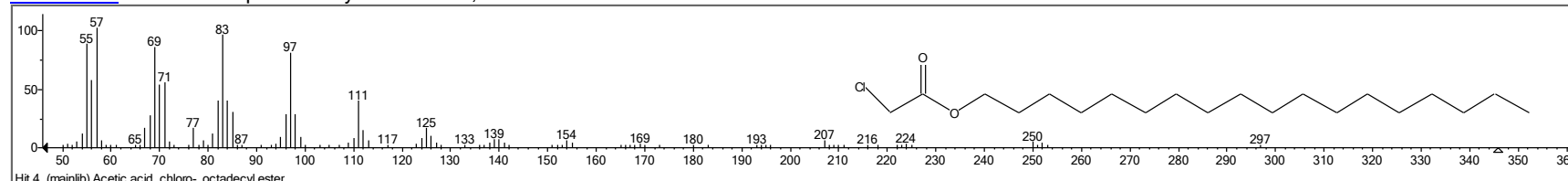
[Name:](#) 5-Octadecene, (E)-/ (5E)-5-Octadecene

[Contributor:](#) D.HENNEBERG, MAX-PLANCK INSTITUTE, MULHEIM, WEST GERMANY



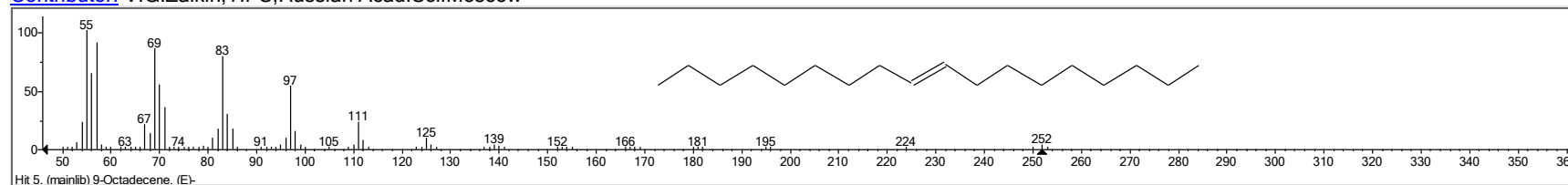
**Name:** 1-Nonadecene

**Contributor:** NIST Mass Spectrometry Data Center, 1990.



**Name:** Acetic acid, chloro-, octadecyl ester/ Chloroacetic acid, octadecyl ester/ Octadecyl chloroacetate

**Contributor:** V.G.Zaikin,TIPS,Russian Acad.Sci.Moscow

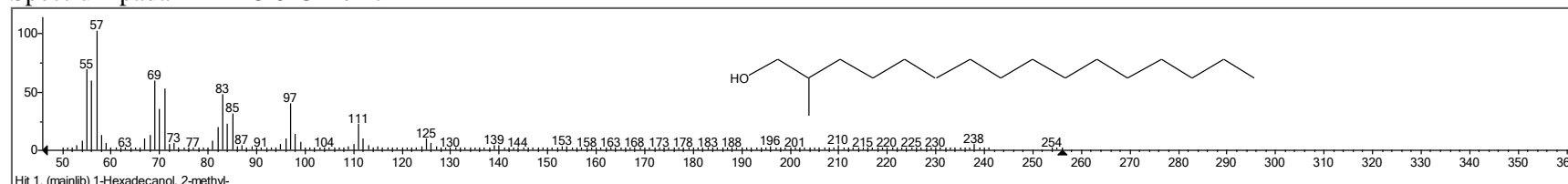


**Name:** 9-Octadecene, (E)-/ (9E)-9-Octadecene

**Contributor:** D.HENNEBERG, MAX-PLANCK INSTITUTE, MULHEIM, WEST GERMANY

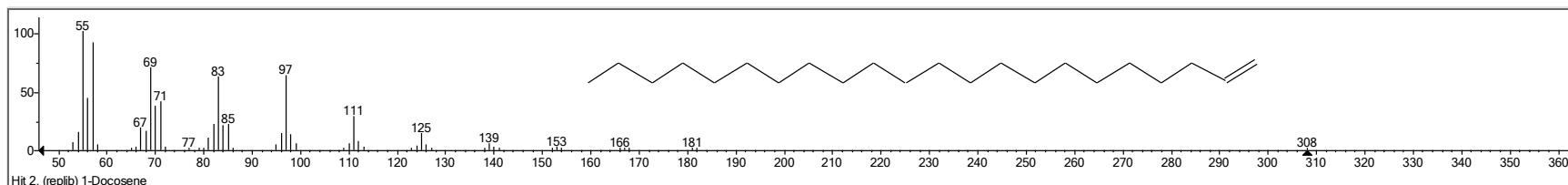
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 1

Spectrum pada RT = 19.675 menit



**Name:** 1-Hexadecanol, 2-methyl-/ 2-Methyl-1-hexadecanol

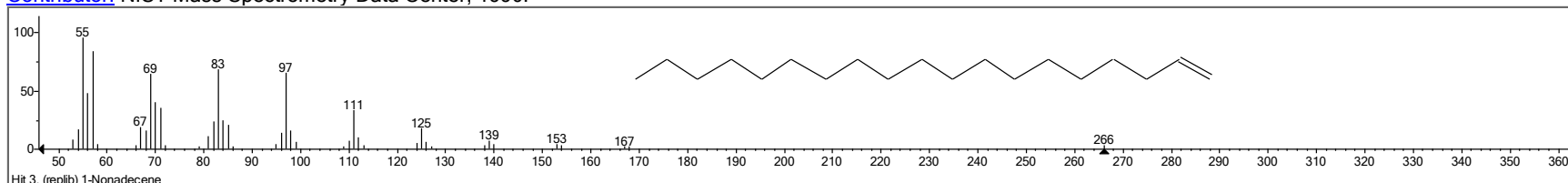
**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA



Hr 2. (replib) 1-Docosene

**Name:** 1-Docosene

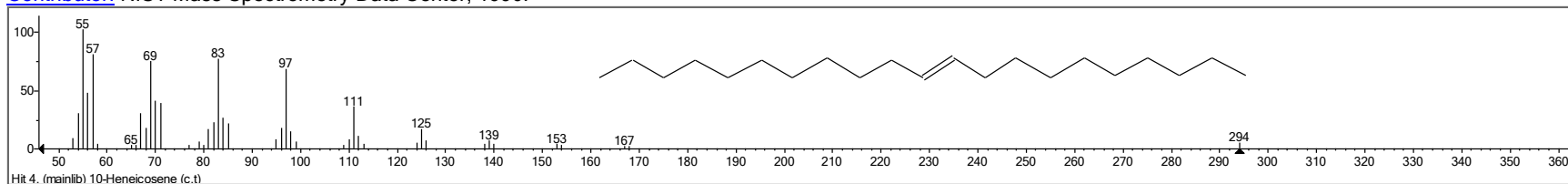
**Contributor:** NIST Mass Spectrometry Data Center, 1990.



Hr 3. (replib) 1-Nonadecene

**Name:** 1-Nonadecene

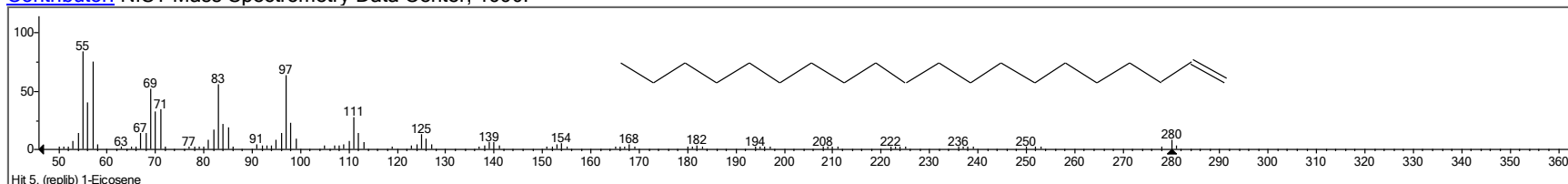
**Contributor:** NIST Mass Spectrometry Data Center, 1990.



Hr 4. (mainlib) 10-Heneicosene (c,t)

**Name:** 10-Heneicosene (c,t) / (10E)-10-Henicosene

**Contributor:** NIST Mass Spectrometry Data Center, 1990.



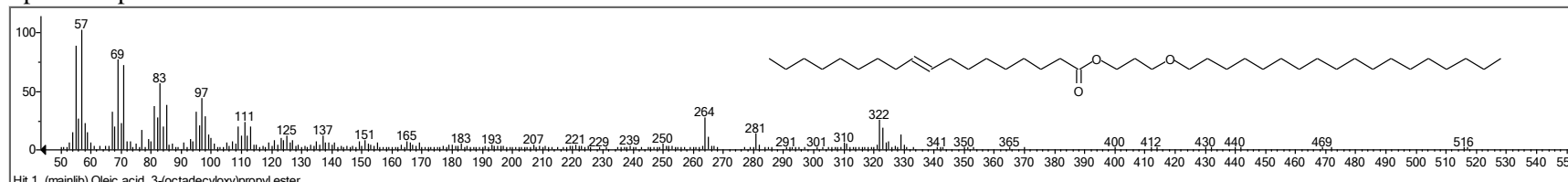
Hr 5. (replib) 1-Eicosene

**Name:** 1-Eicosene /  $\alpha$ -Eicosene / Neodene 20



## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 1

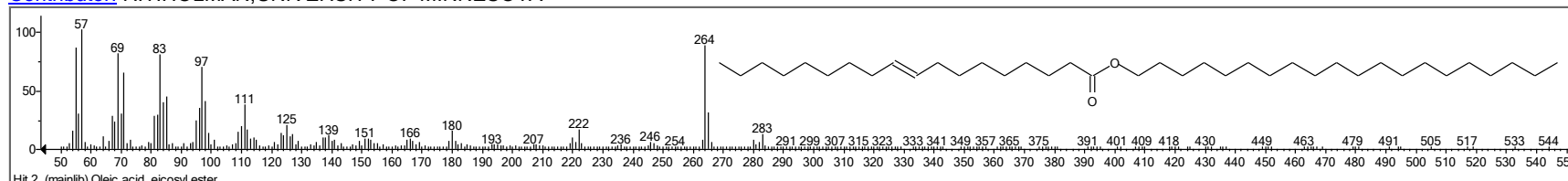
Spectrum pada RT = 24.742 menit



Hir 1. (mainlib) Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester

**Name:** Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester/ 3-(Octadecyloxy)propyl (9E)-9-octadecenoate

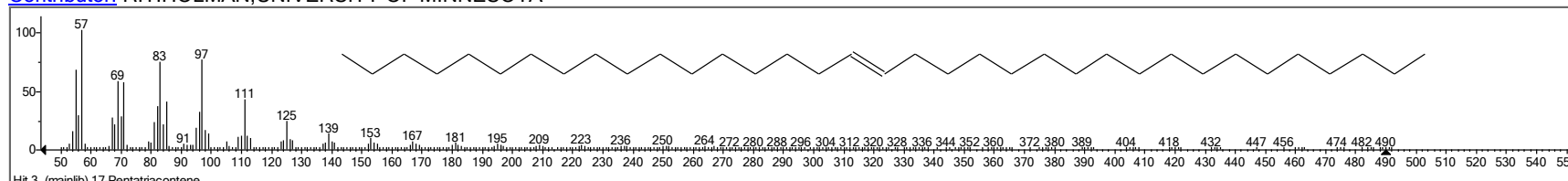
**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA



Hir 2. (mainlib) Oleic acid, eicosyl ester

**Name:** Oleic acid, eicosyl ester/ Icosyl (9E)-9-octadecenoate

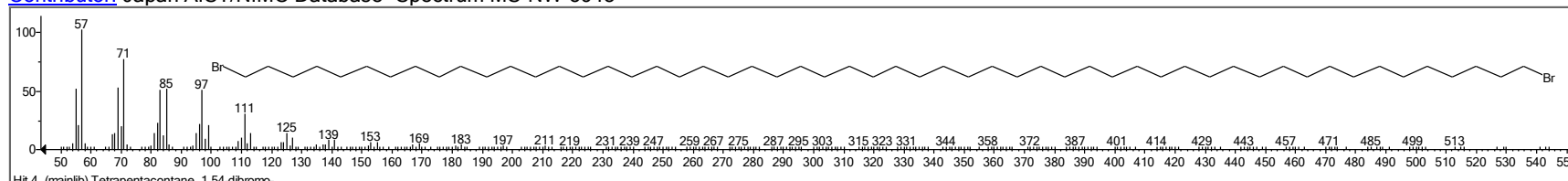
**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA



Hir 3. (mainlib) 17-Pentatriacontene

**Name:** 17-Pentatriacontene

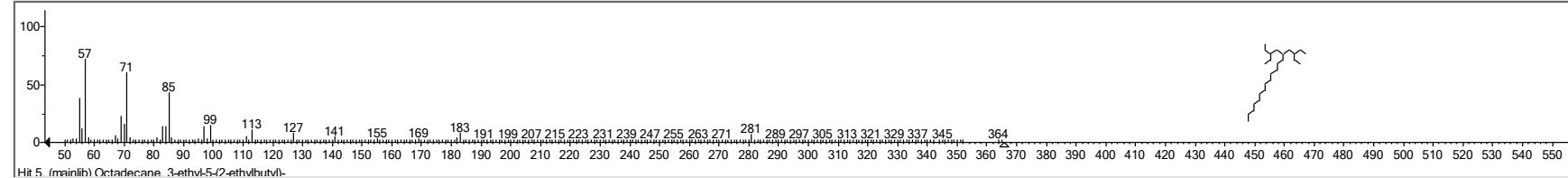
**Contributor:** Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-5943



Hir 4. (mainlib) Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-

**Name:** Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-

**Contributor:** Chemical Concepts

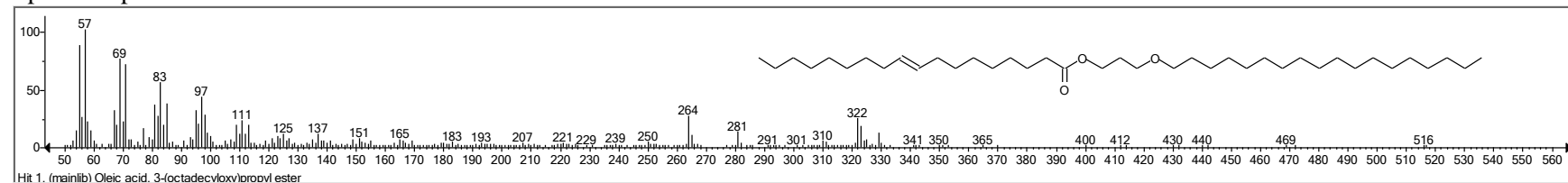


Hit 5. (mainlib) Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-

**Name:** Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-/ 3-Ethyl-5-(2-ethylbutyl)octadecane

### SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 1

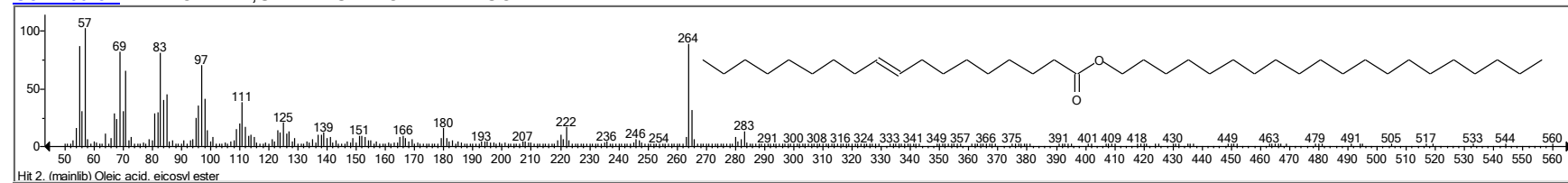
Spectrum pada RT = 25.468 menit



Hit 1. (mainlib) Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester

**Name:** Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester/ 3-(Octadecyloxy)propyl (9E)-9-octadecenoate

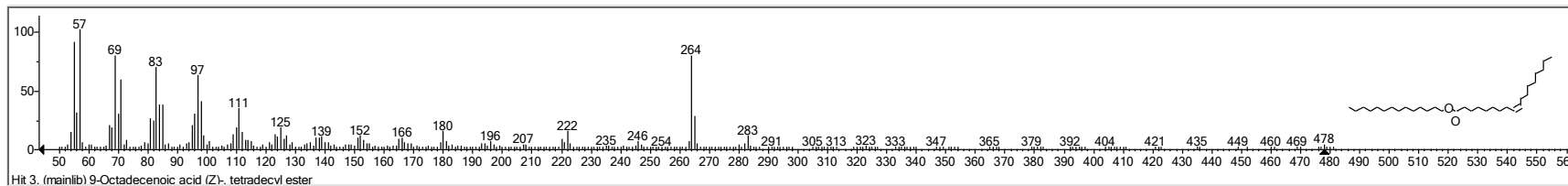
**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA



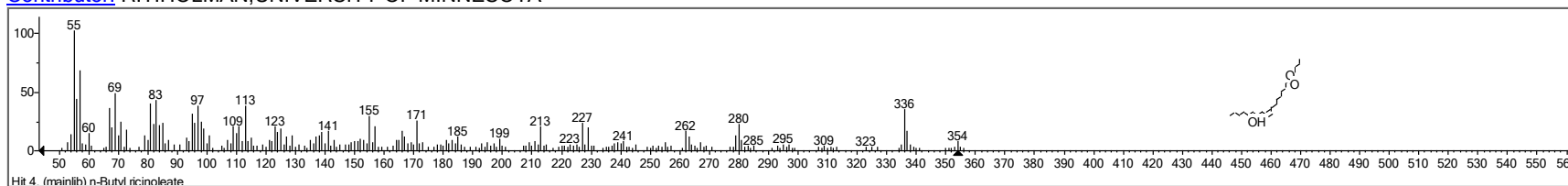
Hit 2. (mainlib) Oleic acid, eicosyl ester

**Name:** Oleic acid, eicosyl ester/ Icosyl (9E)-9-octadecenoate

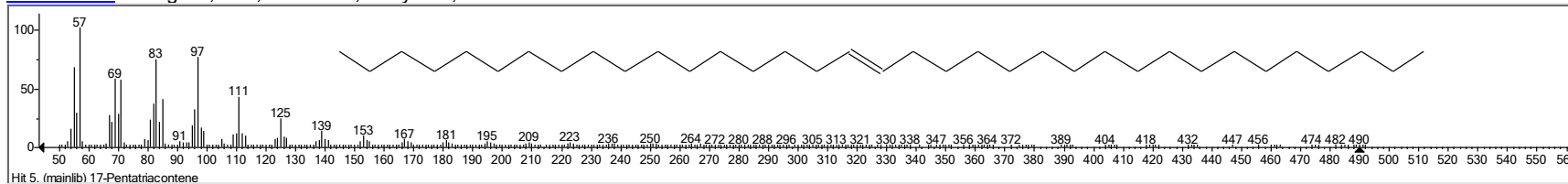
**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA



**Name:** 9-Octadecenoic acid (Z)-, tetradecyl ester/ Oleic acid, tetradecyl ester  
**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA



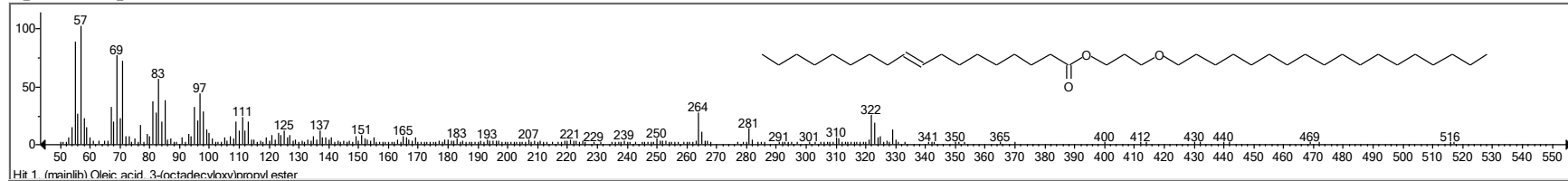
**Name:** n-Butyl ricinoleate/ Butyl (9Z)-12-hydroxy-9-octadecenoate  
**Contributor:** Leung Pu, NIH, Bethesda, Maryland, U.S.



**Name:** 17-Pentatriacontene  
**Contributor:** Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-5943

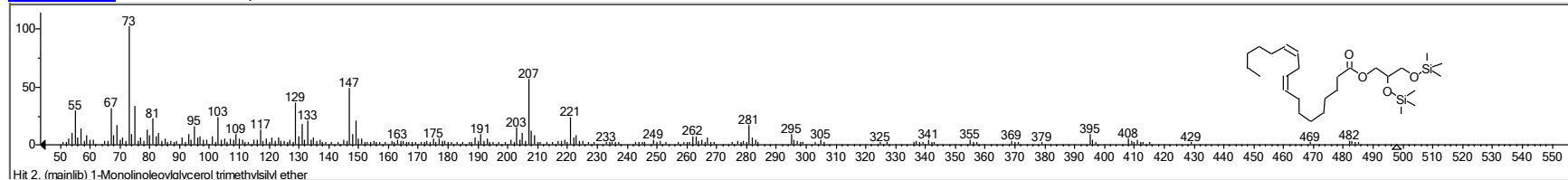
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 1

Spectrum pada RT = 26.168 menit

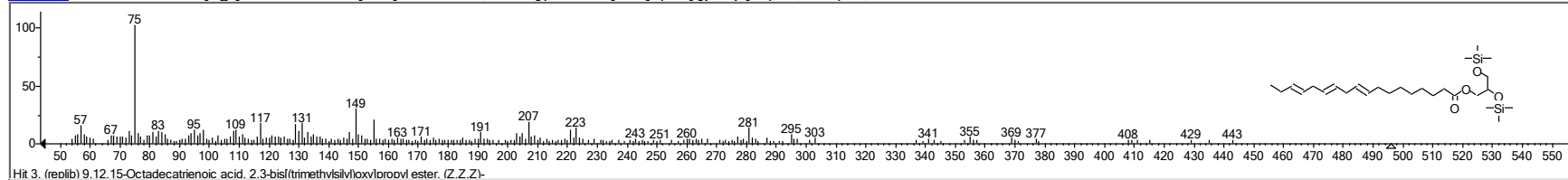


**Name:** Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester/ 3-(Octadecyloxy)propyl (9E)-9-octadecenoate

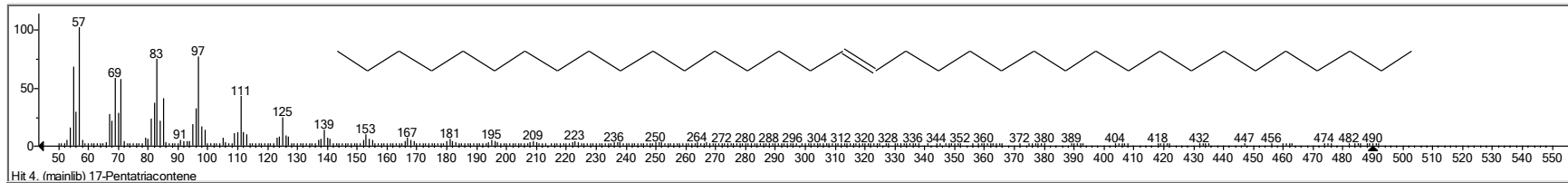
**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA



**Name:** 1-Monolinoleoylglycerol trimethylsilyl ether/ 2,3-Bis[(trimethylsilyloxy)propyl (9Z,12Z)-9,12-octadecadienoate

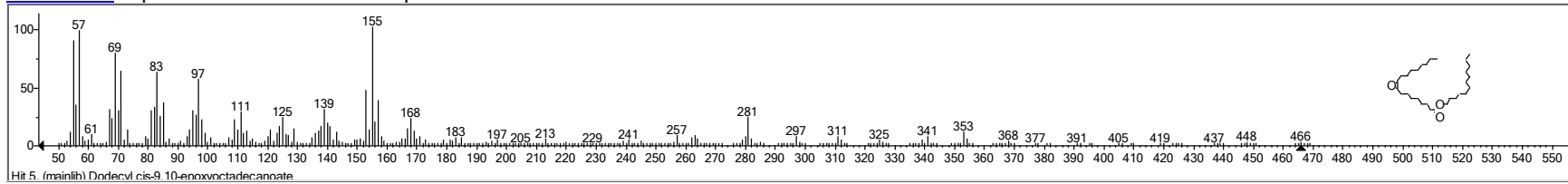


**Name:** 9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-bis[(trimethylsilyloxy)propyl ester, (Z,Z,Z)-/ 2,3-Bis[(trimethylsilyloxy)propyl (9E,12E,15E)-9,12,15-octadecatrienoate



**Name:** 17-Pentatriacontene

**Contributor:** Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-5943

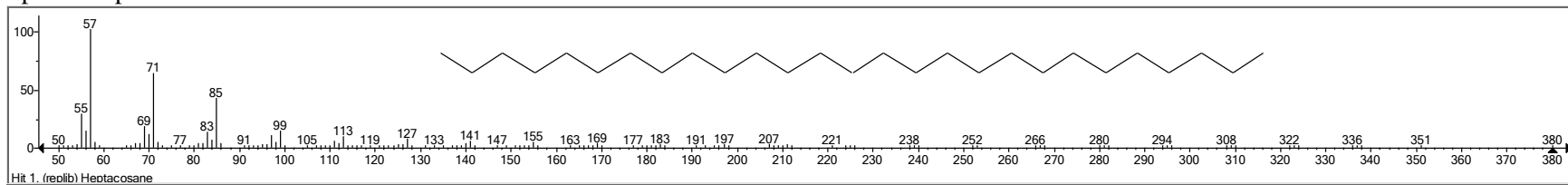


**Name:** Dodecyl cis-9,10-epoxyoctadecanoate/ Dodecyl 8-(3-octyl-2-oxiranyl)octanoate

**Contributor:** Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-IW-4723

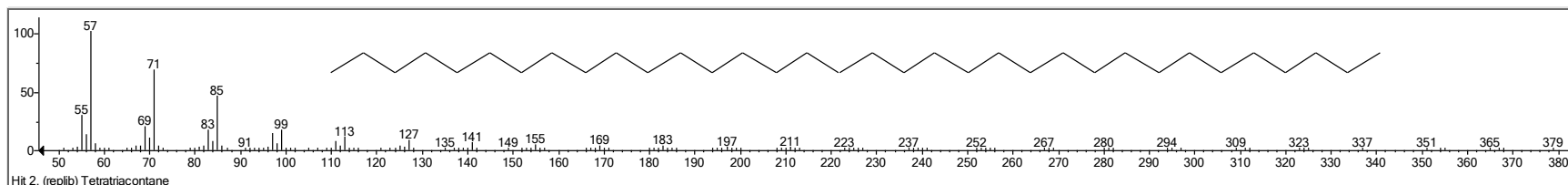
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 2

Spectrum pada RT = 24.737 menit



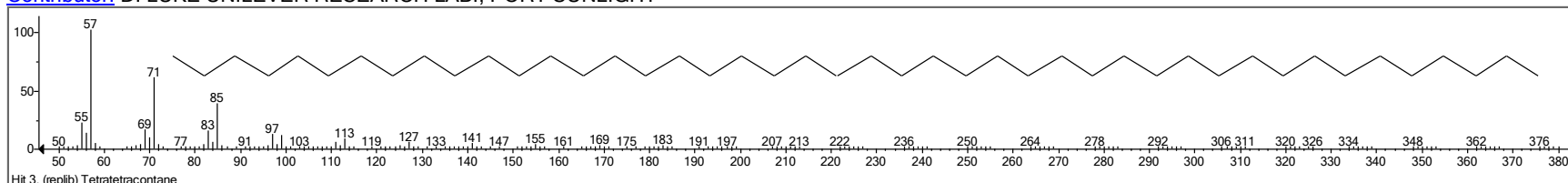
**Name:** Heptacosane/ n-Heptacosane

**Contributor:** O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANA

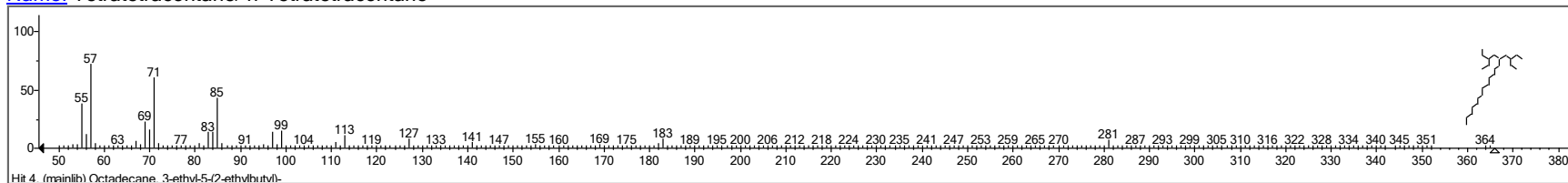


**Name:** Tetatriacontane/ n-Tetatriacontane

**Contributor:** D. LUKE UNILEVER RESEARCH LAB., PORT SUNLIGHT

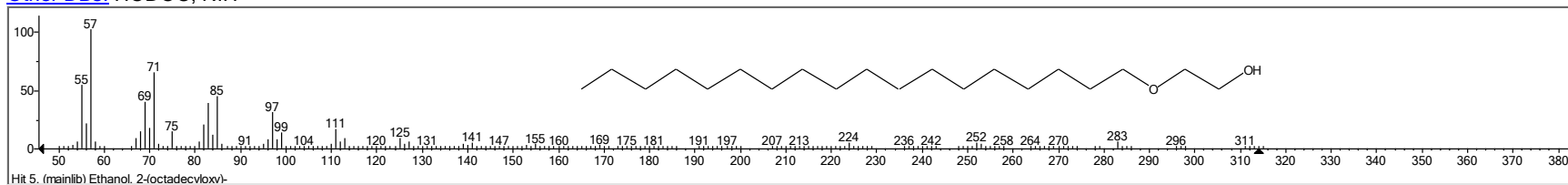


**Name:** Tetretetracontane/ n-Tetretetracontane



**Name:** Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-/ 3-Ethyl-5-(2-ethylbutyl)octadecane

**Other DBs:** HODOC, NIH

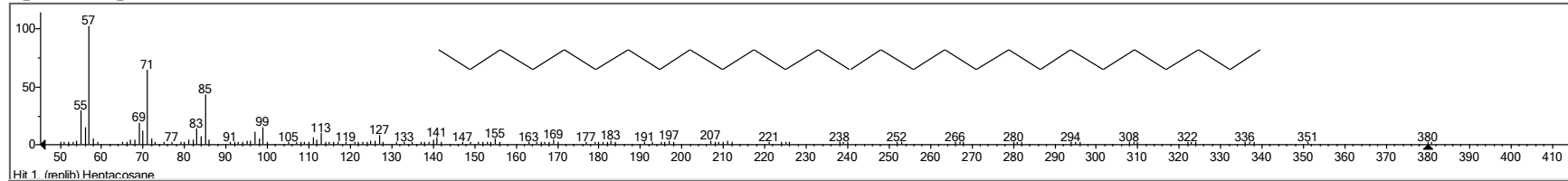


**Name:** Ethanol, 2-(octadecyloxy)-/ 2-Octadecyloxyethanol/ Ethylene glycol mono-octadecyl ether

**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA

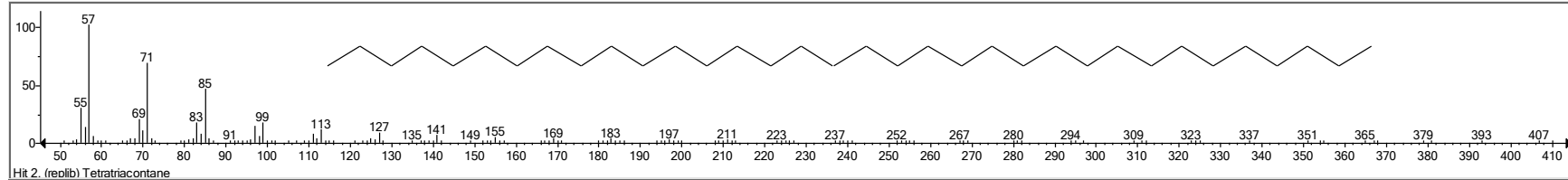
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 2

Spectrum pada RT = 25.468 menit



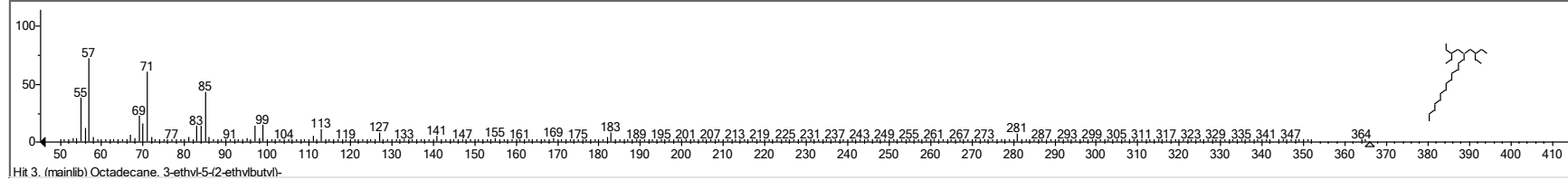
**Name:** Heptacosane/ n-Heptacosane

**Contributor:** O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANA

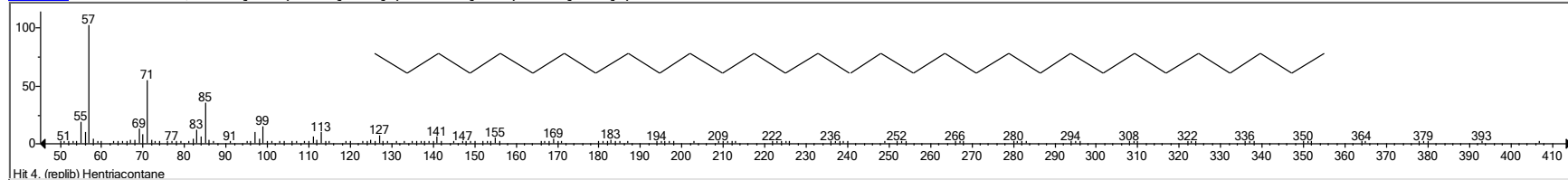


**Name:** Tetratriacontane/ n-Tetratriacontane

**Contributor:** D. LUKE UNILEVER RESEARCH LAB., PORT SUNLIGHT

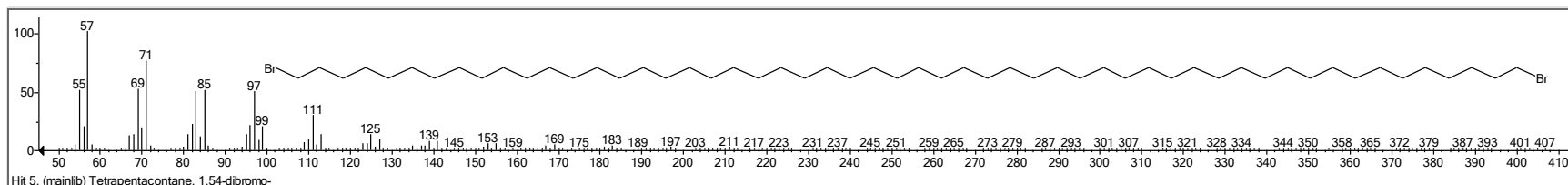


**Name:** Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-/ 3-Ethyl-5-(2'-ethylbutyl)octadecane



**Name:** Hentriacontane/ n-Hentriacontane/ Untriacontane

**Contributor:** Chemical Concepts

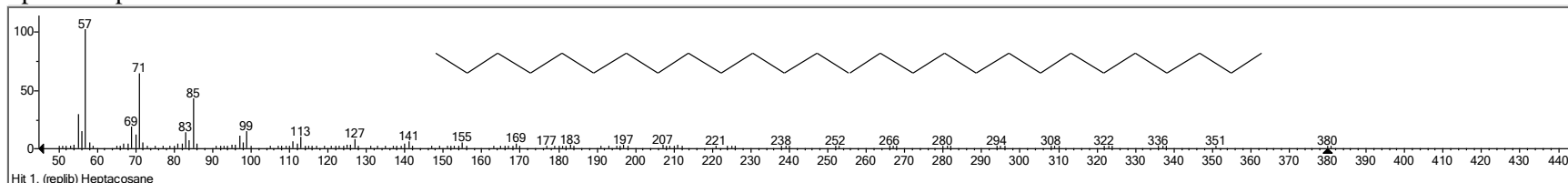


[Name:](#) Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-

[Contributor:](#) Chemical Concepts

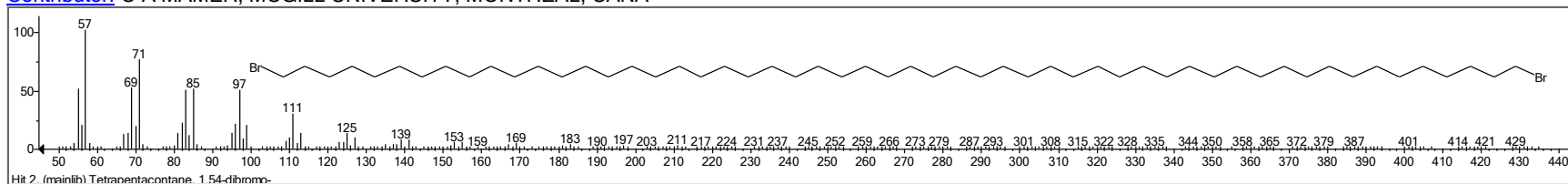
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 2

Spectrum pada RT = 26.163 menit



[Name:](#) Heptacosane/ n-Heptacosane

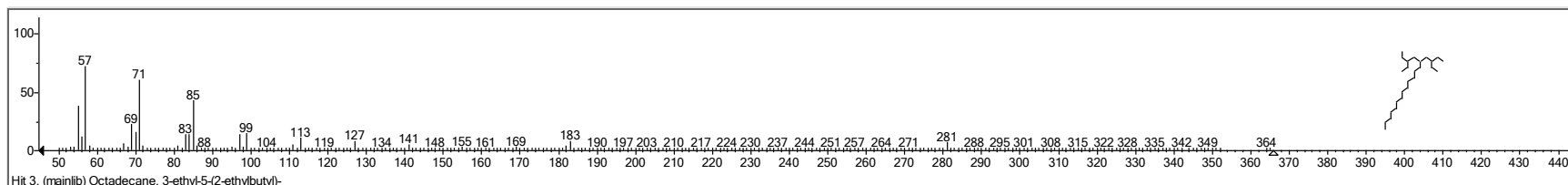
[Contributor:](#) O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANA



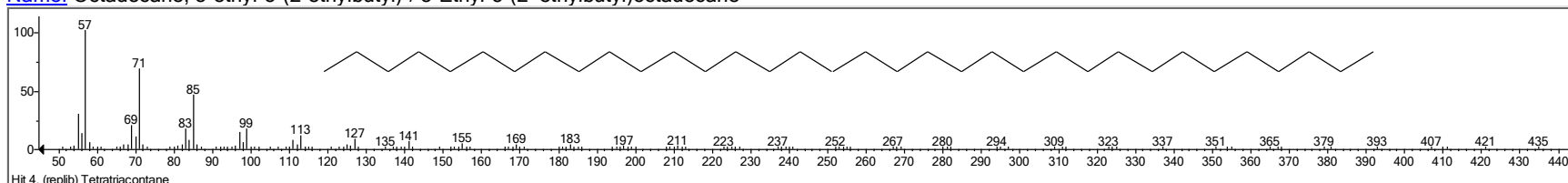
[Name:](#) Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-

[Contributor:](#) Chemical Concepts



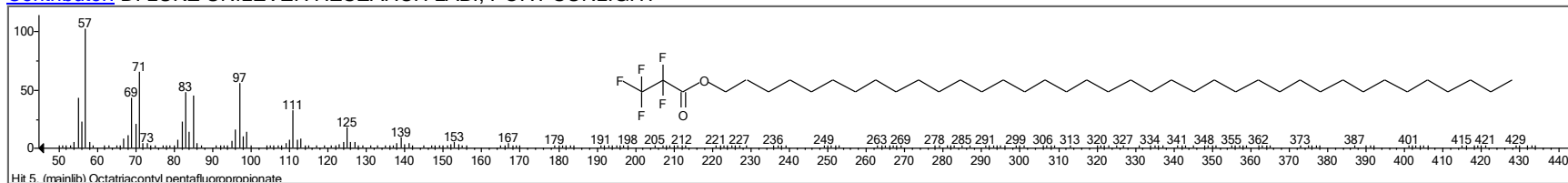


**Name:** Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-/ 3-Ethyl-5-(2'-ethylbutyl)octadecane



**Name:** Tetratriacontane/ n-Tetratriacontane

**Contributor:** D. LUKE UNILEVER RESEARCH LAB., PORT SUNLIGHT

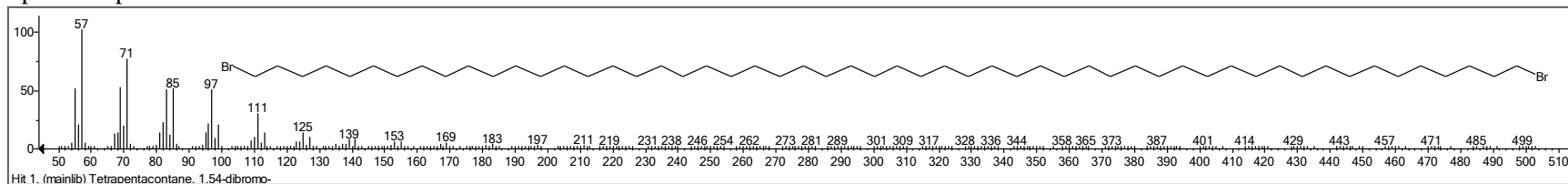


**Name:** Octatriacontyl pentafluoropropionate

**Contributor:** NIST Mass Spectrometry Data Center

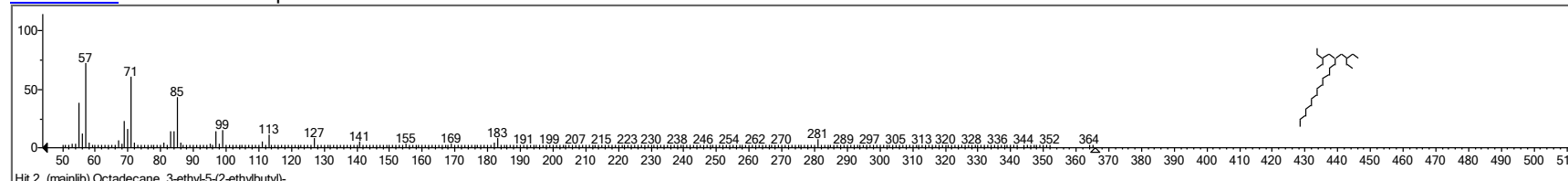
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 2

Spectrum pada RT = 27.518 menit



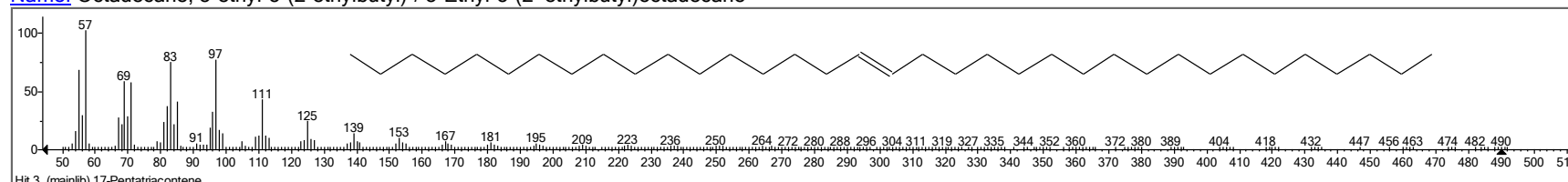
**Name:** Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-

**Contributor:** Chemical Concepts



Hir 2 (mainlib) Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-

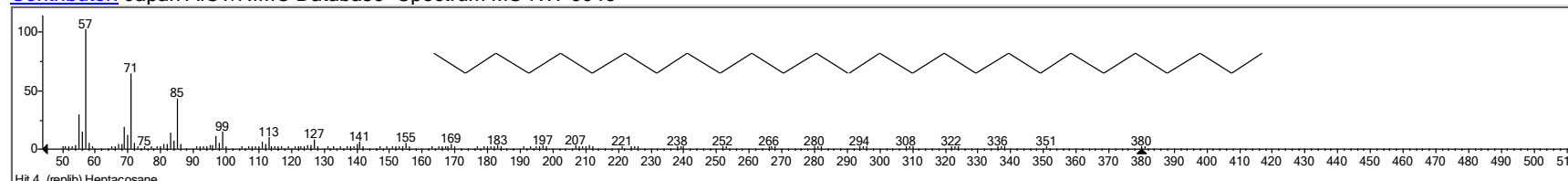
**Name:** Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-/ 3-Ethyl-5-(2'-ethylbutyl)octadecane



Hir 3 (mainlib) 17-Pentatriacontene

**Name:** 17-Pentatriacontene

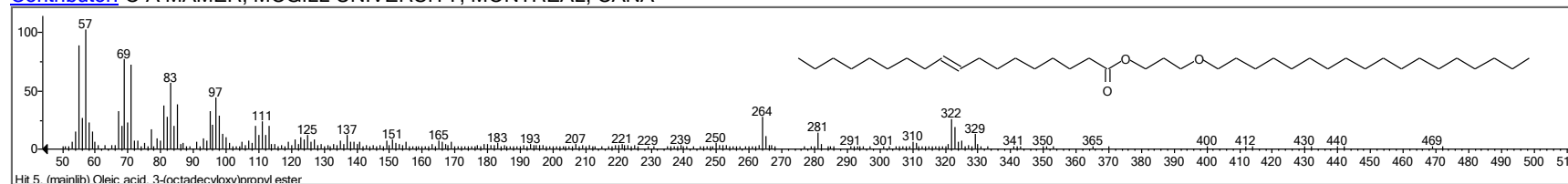
**Contributor:** Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-5943



Hir 4. (replib) Heptacosane

**Name:** Heptacosane/ n-Heptacosane

**Contributor:** O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANA



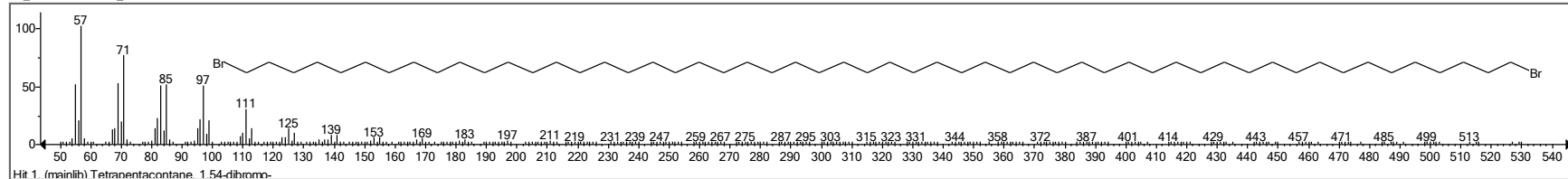
Hir 5. (mainlib) Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester

**Name:** Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester/ 3-(Octadecyloxy)propyl (9E)-9-octadecenoate

**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA

## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK MIKROALGA 2

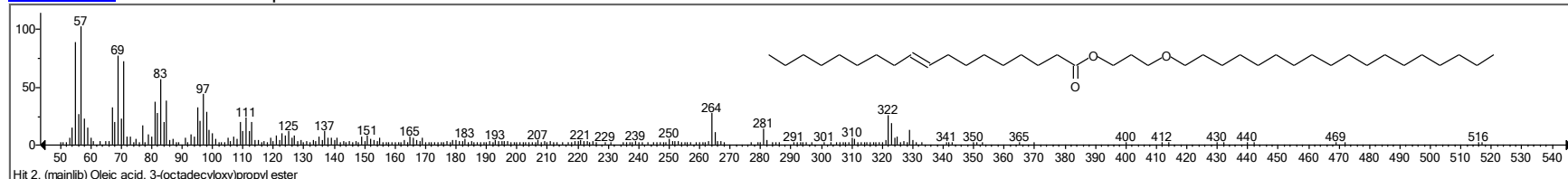
Spectrum pada RT = 28.289 menit



Hir 1. (mainlib) Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-

**Name:** Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-

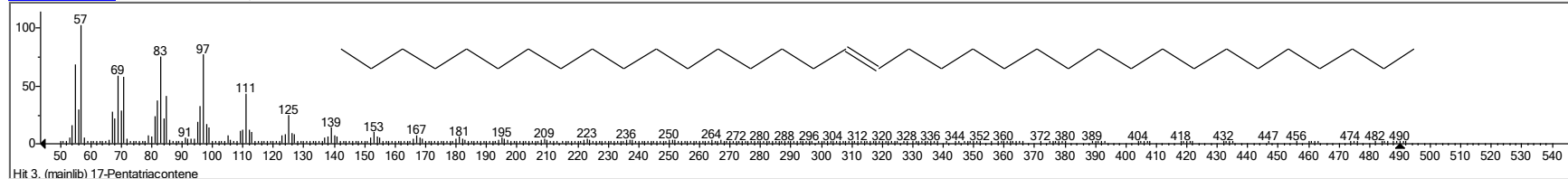
**Contributor:** Chemical Concepts



Hir 2. (mainlib) Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester

**Name:** Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester/ 3-(Octadecyloxy)propyl (9E)-9-octadecenoate

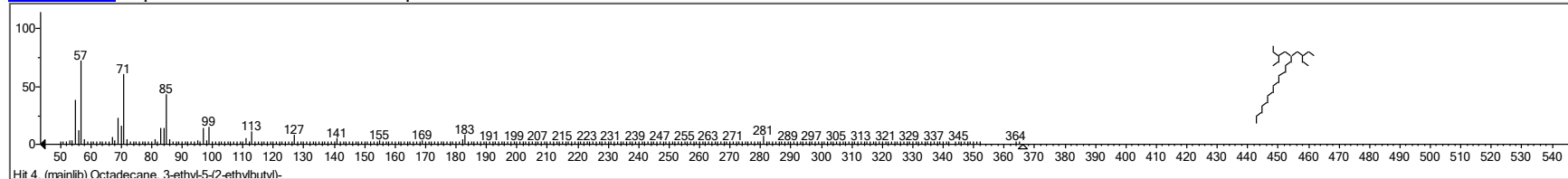
**Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA



Hir 3. (mainlib) 17-Pentatriacontene

**Name:** 17-Pentatriacontene

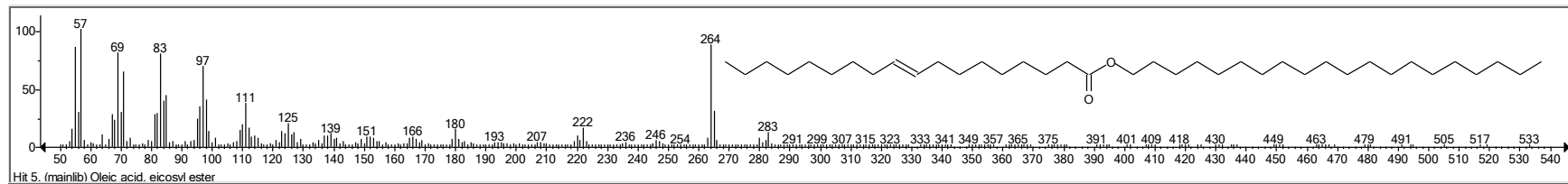
**Contributor:** Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-5943



Hir 4. (mainlib) Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-

**Name:** Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-/ 3-Ethyl-5-(2'-ethylbutyl)octadecane

49



[Name:](#) Oleic acid, eicosyl ester/ 9-Octadecenoic acid (Z)-, eicosyl ester

[Contributor:](#) R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA