



**PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK
JARAK(*RICINUS COMMUNIS*) DENGAN
*MICROWAVE***

TUGAS AKHIR

**disajikan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Kimia**

oleh

Desy Carlina Dewi

5511312011

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2015

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Desy Carlina Dewi

NIM : 5511312011

Tugas Akhir

Judul : Produksi Biodiesel Dari Minyak Jarak(*Ricinus Communis*) Dengan
Microwave

telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian tugas
akhir

Pembimbing



Prima Astuti Handayani S.T., M.T.,
NIP.197203252000032001

PENGESAHAN KELULUSAN

Tugas Akhir

Judul : Produksi Biodiesel Dari Minyak Jarak(*Ricinus Communis*) Dengan
Microwave

Oleh : Desy Carlina Dewi

NIM : 5511312011

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

Hari : Jumat

Tanggal : 28 Agustus 2015

Dekan Fakultas Teknik



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

Ketua Program Studi Teknik Kimia



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

Penguji Tugas Akhir



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

Pembimbing Tugas Akhir



Prima Astuti Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197203252000032001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Selalu Ada Jalan Untuk Insan yang Sabar, Berusaha, dan Tawakal”.

PERSEMBAHAN

1. Allah SWT.
2. Ayah dan ibuku.
3. Dosen-dosenku.
4. Kakak-kakakku.
5. Teman seperjuanganku.
6. Sahabat-sahabatku.
7. Almamaterku.

INTISARI

Dewi, Desy. C., 2015. Produksi Biodiesel Dari Minyak Jarak(*Ricinus Communis*) Dengan *Microwave*. Tugas Akhir, Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Prima Astuti Handayani, S.T., M.T.

Kebutuhan minyak bumi di Indonesia yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pembangunan dalam negeri. Minyak bumi merupakan bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas dan dibutuhkan waktu ribuan tahun untuk memperbaharainya sedangkan kebutuhan akan bakar minyak saat ini sangat tinggi. Energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah biodiesel. Penelitian ini, dilakukan untuk mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi menggunakan *microwave*. Keuntungan penggunaan *microwave* yaitu lebih mempercepat reaksi, lebih mempercepat reaksi, *yield* dan kualitas produk yang lebih tinggi dibandingkan dengan cara konvensional, dan konsumsi energi lebih rendah (Budiman dkk, 2014).

Pada penelitian ini dilakukan analisis bahan baku untuk mengetahui karakteristik dari minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) sebelum di proses menjadi biodiesel. Adapun tahapan pembuatan biodiesel yaitu transesterifikasi, pemisahan, pencucian, pengeringan, dan analisis produk (biodiesel). Transesterifikasi merupakan reaksi antara trigliserida pada minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dengan alkohol menjadi alkil ester. Transesterifikasi minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) menggunakan *microwave* ini dilakukan dengan variasi rasio mol dengan metanol pada variasi 1:3, 1:6, 1:9.

Hasil analisis bahan baku menunjukkan bahwa minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) memiliki kandungan asam lemak bebas sebesar 0,79%. Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dapat langsung dilakukan reaksi transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi menggunakan *microwave* mencapai kondisi optimum pada rasio 1:6 dan menghasilkan *yield* sebesar 92,67% dengan waktu 10 menit. Densitas biodiesel yang dihasilkan sebesar 0,94 g/ml dan viskositas sebesar 16,11 mm²/s. Biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian belum sesuai dengan SNI dan masih diperlukan evaluasi dan penelitian lebih lanjut pada penelitian selanjutnya.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, penulis bersyukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Produksi Biodiesel Dari Minyak Jarak (*Ricinus Communis*) Dengan *Microwave*”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Diploma III untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua Prodi Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.
3. Ibu Prima Astuti Handayani S.T., M.T., Dosen Pembimbing yang selalu memberi bimbingan, motivasi dan pengarahan yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Ibu Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T., Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak Pujo Sukiman dan Ibu Sri Winarsih sebagai orang tua serta Ana Suryawati sebagai kakak penulis yang selalu memberi semangat, dukungan moral maupun material dan saran kepada penulis.
6. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN KELULUSAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
INTISARI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.1 Minyak Nabati.....	4
2.2 Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i>).....	5
2.3 Biodiesel.....	7
2.4 Teknik Pembuatan Biodiesel.....	8
2.4.1 Esterifikasi.....	8
2.4.2 Transesterifikasi.....	8
2.5 Katalis.....	11
2.6 Metanol.....	12
2.7 Metode Pemanasan.....	13
2.8 Analisis.....	14
2.8.1 Analisis Bahan Baku.....	14
2.8.2 Analisis Produk.....	15
BAB III PROSEDUR KERJA.....	16
3.1 Alat yang diperlukan.....	16

3.2	Bahan	16
3.3	Variabel.....	18
3.4	Alat.....	18
3.5	Cara Kerja	19
3.5.1	Analisis Bahan Baku	19
3.5.2	Transesterifikasi	21
3.5.3	Pencucian	22
3.5.4	Pengeringan.....	22
3.5.5	Analisa Produk.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Analisa Bahan Baku.....	24
4.1.1	Uji Kuantitatif Minyak jarak kepyar (<i>ricinus communis</i>) Kepyar	24
4.1.2	Uji GC-MS.....	24
4.2	Pengaruh Rasio Molar Metanol – Trigliserida Minyak Terhadap <i>Yield</i> Biodiesel	25
4.3	Uji Kualitas Biodiesel	27
4.3.1	Uji kuantitati	27
4.3.2	Uji GC-MS.....	28
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		32
5.1	Simpulan	32
5.2	Saran	32
DAFTAR PUSTAKA		33
Lampiran 1		36
Lampiran 2.....		37
Lampiran 3		42
Lampiran 4.....		43
Lampiran 5		45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Biji Jarak.....	5
Tabel 2.2. Kandungan Asam Lemak Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i>)	6
Tabel 2.3. Sifat Fisik Dan Kimia Minyak Jarak (<i>Ricinus Communis</i>).....	6
Tabel 4.1 Hasil Uji Kuantitatif Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i>)	24
Tabel 4.2. Hasil Uji Kuantitatif Biodiesel Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i>).....	27
Tabel 4.3. Persyaratan Kualitas Biodiesel Menurut SNI-04-7182-2006	27
Tabel 4.4. Senyawa Penyusun Biodiesel Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i> Rasio 1:3).....	29
Tabel 4.5. Senyawa Penyusun Biodiesel Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i> Rasio 1:6).....	30
Tabel 4.6. Senyawa Penyusun Biodiesel Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i> Rasio 1:9).....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Trigliserida	4
Gambar 3.1. Rangkaian Alat Percobaan.....	19
Gambar 4.1. Kromatogram Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i>).....	25
Gambar 4.2. Pengaruh Rasio Mol Metanol- Minyak jarak kepyar (<i>ricinus communis</i>) Terhadap Yield Biodiesel.....	28
Gambar 4.3. Kromatogram Biodiesel Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i>) Rasio 1:3.....	28
Gambar 4.4. Kromatogram Biodiesel Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i>) Rasio 1:6.....	29
Gambar 4.5. Kromatogram Biodiesel Minyak Jarak Kepyar (<i>Ricinus Communis</i>) Rasio 1:9.....	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai berbagai macam sumber energi. Salah satunya yaitu minyak bumi. Kebutuhan minyak bumi dalam negeri semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pembangunan dalam negeri. Akan tetapi, minyak bumi merupakan bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas dan dibutuhkan waktu ribuan tahun untuk memperbaharainya sedangkan kebutuhan akan bahan bakar minyak saat ini sangat tinggi. Di sisi lain bahan bakar fosil memberikan efek buruk bagi lingkungan yaitu berupa gas buang yang dapat mencemari lingkungan. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan ramah lingkungan.

Energi alternatif yang dapat dikembangkan yaitu biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkil ester dari asam lemak, yang digunakan sebagai pengganti solar. Biodiesel berpotensi untuk menggantikan bahan bakar fosil yang semakin menipis ketersediaannya. Keuntungan dari biodiesel yaitu selain bahan bakunya yang *renewable*, biodiesel juga lebih ramah lingkungan karena tidak berkontribusi dalam peningkatan CO₂ sebanyak seperti solar (Majid dkk, 2012).

Pemilihan baku yang tepat dapat membantu penekanan biaya produksi (Gude dkk, 2013). Maka dari itu bahan baku yang dipilih adalah bahan baku yang murah dan *renewable*. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah minyak nabati, khususnya minyak nabati yang non pangan, berkualitas rendah, dan belum banyak dimanfaatkan. Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) merupakan salah satu minyak nabati yang potensial. Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) bersifat *non-edible* sehingga penggunaannya sebagai bahan bakar tidak bersaing dengan minyak pangan (Sari, 2007).

Biodiesel di produksi melalui proses transesterifikasi, yaitu reaksi antara trigliserida dari minyak nabati dengan alkohol dan mengubahnya menjadi metil

ester (biodiesel) . Proses transesterifikasi dapat berjalan efektif jika bahan baku minyak nabati yang digunakan mempunyai kadar asam lemak bebas (*free fatty acid/FFA*) dibawah 2% (Gerpen dkk, 2004). Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) mempunyai kadar FFA kurang dari 2% yaitu sebanyak 0,4 – 4,0 KOH/g minyak.

Pemilihan sumber energi untuk proses pembuatan biodiesel ini sangatlah penting mengingat biodiesel sendiri merupakan sumber energi alternatif sehingga dalam pembuatannya harus memperhatikan biaya penggunaan energi. Penggunaan *microwave* merupakan metode yang efektif karena energi langsung pada reaktan sehingga proses transfer panas lebih efektif bila dibandingkan dengan pemanasan konvensional dan reaksi dapat selesai dalam waktu yang lebih cepat (Muhammad dkk, 2014). Keuntungan lain dari penggunaan *microwave* yaitu yield dan kualitas produk yang lebih tinggi dibandingkan cara konvensional, konsumsi energi untuk pengoperasian 23 kali lebih rendah, prosesnya lebih ramah lingkungan, waktu reaksinya lebih cepat, perbandingan molar reaktan yang diperlukan lebih sedikit, produk samping yang dihasilkan lebih sedikit, dan sistem transfer panasnya lebih efektif (Budiman dkk, 2014).

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam penelitian pembuatan biodiesel ini dilakukan melalui satu tahap reaksi yaitu transesterifikasi. Pembuatan biodiesel secara konvensional memakan waktu yang lebih lama dan energi yang dibutuhkan lebih banyak. Pada metode konvensional energi dipindahkan ke bahan baku melalui konduksi dan konveksi. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan biodiesel menggunakan *microwave* sehingga reaksi berjalan lebih cepat dan efektif.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh rasio molar antara minyak dengan metanol yang digunakan terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan?

- b. Bagaimana karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi menggunakan *microwave* menurut SNI?

1.3 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengaruh dari rasio molar antara minyak dengan metanol yang digunakan terhadap *yield* yang dihasilkan.
- b. Mengetahui karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi menggunakan *microwave* berdasarkan standar SNI.

1.4 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini antara lain:

- a. Memberikan informasi mengenai metode alternatif yang dapat diaplikasikan dalam pembuatan biodiesel.
- b. Meningkatkan nilai ekonomis dari minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dengan mengolahnya menjadi biodiesel.
- c. Dapat membantu mengatasi krisis energi di Indonesia, mendukung program diversifikasi energi serta upaya menjaga ketahanan cadangan energi nasional.

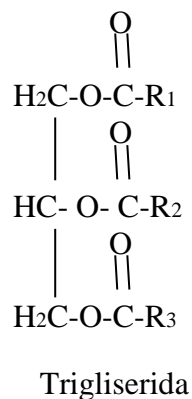
BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Minyak Nabati

Minyak nabati adalah minyak yang dihasilkan dari tumbuhan. Minyak dan lemak merupakan campuran dari ester-ester asam lemak dengan gliserol yang membentuk gliserol, dan ester-ester tersebut dinamakan trigliserida. Perbedaan antara suatu lemak dan minyak yaitu pada temperatur kamar, lemak berbentuk padat dan minyak bersifat cair. Sebagian gliserida dalam tumbuhan cenderung berupa minyak, karena itu biasa terdengar ungkapan lemak hewani dan minyak nabati (Ketaren, 1986).

Trigliserida merupakan gliserol yang berikatan dengan 3 asam lemak. Ketiga asam lemak yang berikatan dengan gliserol dapat sama maupun berbeda. Adapun struktur umum dari trigliserida dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Struktur Trigliserida

R₁, R₂, R₃ adalah rantai alkil (Wibowo, 2009). Setiap asam lemak yang tidak terikat pada suatu molekul trigliserida dalam lemak atau minyak disebut dengan asam lemak bebas (Ketaren, 1986). Trigliserida adalah bahan baku utama dalam pembuatan biodiesel.

2.2 Minyak Jarak Kepyar (*Ricinus Communis*)

Tanaman jarak kepyar (*Ricinus Communis*) termasuk dalam famili *Euphorbiaceae*, merupakan tanaman tahunan yang terdapat didaerah tropik maupun subtropik dan dapat tumbuh pada ketinggian 0–800 m di atas permukaan laut (Ketaren, 2008). Jarak kepyar mempunyai nama yang berbeda di berbagai daerah, antara lain jarak kaliki (Sunda), tanggang – tanggang raja (Makasar). Jarak kepyar merupakan perdu berbatang tegak, tinggi 1- 5 m.

Tanaman jarak kepyar ini tumbuh liar di hutan, semak- semak, tanah kosong dataran rendah, atau di sepanjang pantai. Dapat tumbuh didaerah yang kurang subur, asalkan pH tanah sekitar 6-7, dan drainasenya cukup baik karena akar tumbuhan jarak cepat busuk dalam air yang tergenang atau dalam tanah yang banyak mengandung air. Tumbuhan ini diduga berasal dari Afrika. Pada zaman Firaun jarak dibudi dayakan secara besar- besaran untuk diambil minyak bijinya. Dari Mesir, jarak menyebar ke Asia, termasuk ke Persia, India, Malaysia dan Indonesia (Sinaga, 2014)

Biji jarak terdiri dari 75% kernel (biji) dan 25% kulit (Departemen Teknologi Pertanian, 2005). Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dihasilkan dari biji buah jarak dengan proses ekstraksi menggunakan mesin pengepres atau menggunakan pelarut. Adapun komposisi kimia dari biji jarak seperti pada Tabel 2.1 sedangkan kandungan asam lemak pada minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Biji Jarak

Komponen	Jumlah
Minyak	54
Karbohidrat	13
Serat	12,5
Abu	2,5
Protein	18

Sumber : (Ketaren, 1986)

Tabel 2.2. Kandungan Asam Lemak Minyak Jarak Kepyar (*Ricinus Communis*)

Komponen	Jumlah
Asam risinoleat	86
Asam oleat	8,5
Asam linoleat	3,5
Asam stearat	0,5-2,0
Asam dihidroksi stearat	1-2

Sumber: (Ketaren, 1986)

Tabel 2.3. Sifat Fisik Dan Kimia Minyak Jarak (*Ricinus Communis*)

Karakteristik	Nilai
Viskositas pada 25 ⁰ C	u-v (6,3- 8,8 st)
Bilangan asam	0.4 – 4.0
Densitas 20 ⁰ C	0,957 -0,963
Warna	Bening
Bilangan iod	82 -88
Kelarutan dalam alkohol (20 ⁰ C)	Jernih (tidak keruh)

Sumber : (Ketaren, 1986)

Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) berwarna kuning pucat, tetapi setelah dilakukan proses *refining* dan *bleaching* warna tersebut hilang sehingga menjadi hampir tidak berwarna. Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) ini tidak mudah tengik. Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) larut dalam alkohol, eter, klorofom, dan asam asetat glasial. Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) tidak larut dalam minyak mineral. Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) hampir keseluruhan berada dalam bentuk trigliserida, terutama resinolenin dengan asam risinoleat sebagai komponen asam lemaknya (Weiss, 1983).

Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) mempunyai rasa asam dan dapat dibedakan dengan trigliserida lainnya karena bobot jenis. Kekentalan dan bilangan asetil serta kelarutan dalam alkohol relatif tinggi. minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) mempunyai ikatan rangkap dan mempunyai gugus OH sehingga minyaknya lebih kental. Pada suhu 25⁰C viskositas minyak jarak kepyar (*ricinus*

communis) mencapai 600-800 cP dan pada suhu 100⁰C mencapai 15-20 cP (Departemen Teknologi Pertanian, 2005).

Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dan turunannya dimanfaatkan dalam industri cat, varnish, lacquer, pelumas, tinta cetak, linoleum, oil cloth dan sebagai bahan baku dalam industri – industri plastic dan nilon. Dalam jumlah kecil minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dan turunannya juga digunakan untuk pembuatan kosmetik, semir dan lilin (Ketaren, 1986). Dalam konversi trigliserida menjadi metil ester melalui reaksi transesterifikasi dengan katalis basa dapat berjalan efektif jika bahan baku minyak nabati yang digunakan mempunyai kadar FFA kurang dari 2%.

2.3 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang diperoleh dari minyak tumbuh– tumbuhan, lemak binatang atau minyak bekas melalui proses transesterifikasi dengan alkohol. Biodiesel tergolong bahan bakar yang dapat diperbaharui karena bahan bakunya berasal dari bahan alam yang dapat diperbaharui dengan cepat dan tidak membutuhkan waktu yang sangat lama (Dewi, 2014).

Biodiesel tidak mengakibatkan pemanasan global sebanyak bahan bakar fosil. Biodiesel ini dapat digunakan langsung tanpa melakukan modifikasi ulang mesin diesel. Mesin diesel yang 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). Terdapat 5 alasan mengapa biodiesel amatlah penting antara lain (Dharsono, 2010):

1. Menyediakan pasar bagi kelebihan produksi minyak tumbuhan dan lemak hewan.
2. Untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.
3. Biodiesel dapat diperbaharui dan siklus karbonnya yang tertutup tidak menyebabkan pemanasan global. Analisa siklus kehidupan memperlihatkan

bahwa emisi CO₂ secara keseluruhan berkurang sebesar 78% dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum.

4. Emisi yang keluar dari karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, dan partikulat dari biodiesel lebih rendah dibandingkan bahan bakar petroleum untuk diesel.
5. Bila ditambahkan ke bahan bakar diesel biasa dengan jumlah sekitar 1-2%, biodiesel ini dapat mengubah bahan bakar dengan kemampuan pelumas yang rendah, seperti modern ultra *low* sulfur diesel *fuel*, menjadi bahan bakar yang dapat diterima umum (Gerpen, 2004).

2.4 Teknik Pembuatan Biodiesel

2.4.1 Esterifikasi

Esterifikasi merupakan reaksi antara asam lemak dengan alkohol menggunakan katalis asam. Esterifikasi dengan katalis asam mengkonversi FFA menjadi ester alkil. Esterifikasi umumnya menggunakan katalis asam homogen seperti asam sulfat (H₂SO₄) dan asam klorida (HCl). Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterifikasi (Kasim, 2012). Reaksi asam lemak menjadi metil ester sebagai berikut:

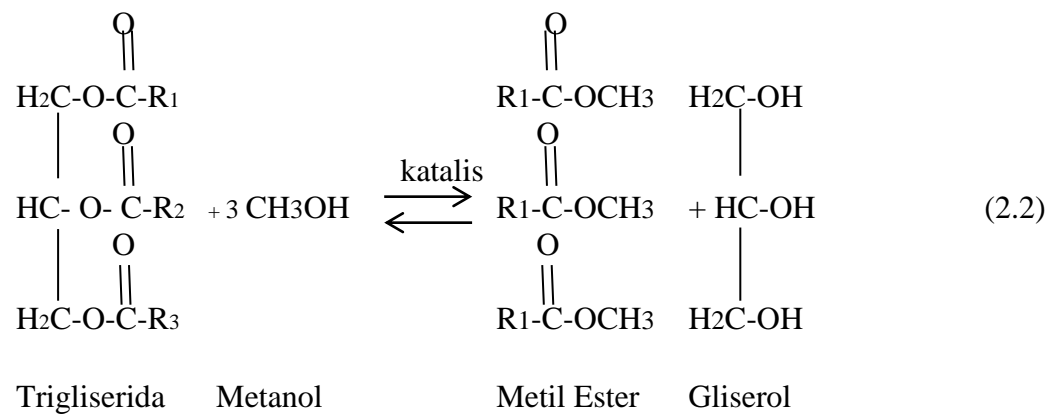


Reaksi esterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah rasio mol metanol dengan minyak, waktu reaksi, suhu, konsentrasi katalis dan kandungan air pada minyak. Semakin tinggi rasio mol metanol dengan minyak yang digunakan, maka semakin tinggi rendemen metil ester dan semakin kecil kandungan asam lemak bebas di akhir operasi. Suhu operasi yang optimum adalah 60°C (Kasim, 2012). Esterifikasi dilakukan jika bahan yang digunakan adalah minyak mentah yang memiliki kadar FFA tinggi.

2.4.2 Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah proses reaksi antara trigliserida dengan alkohol membentuk alkyl ester (biodiesel) dan gliserol. Proses transesterifikasi adalah

pengeluaran gliserin dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebasnya dengan alkohol (misal metanol) menjadi metil ester atau biodiesel (Nur, 2014). Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



R dalam merupakan alkil berupa hidrokarbon rantai panjang yang biasa disebut sebagai asam lemak. Produk yang diinginkan dari proses transesterifikasi adalah metil ester asam – asam lemak. Menurut Hikmah, ada beberapa cara agar kesetimbangan lebih kearah produk, yaitu menambahkan metanol berlebih kedalam reaksi, memisahkan gliserol, menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm).

Reaksi transesterifikasi sangat sensitif terhadap kadar FFA yang ada didalam minyak nabati. Kadar FFA yang diperbolehkan dalam bahan baku minyak nabati adalah sebesar 1 – 2,5%. Nilai tersebut setara dengan bilangan asam sebesar 2-5 mg KOH/mg. Kandungan asam lemak yang tinggi dapat memicu terjadinya reaksi samping antara katalis basa dan asam lemak yang akan membentuk sabun atau dikenal dengan reaksi saponifikasi. Sabun dalam reaksi transesterifikasi dapat menyulitkan proses pemisahan produk (alkil ester) dengan katalis karena sabun akan mengelmusi campuran saat pencucian. Sementara itu, air yang terbentuk dapat bereaksi dengan alkil ester melalui reaksi hidrolisis membentuk asam lemak. Reaksi ini justru mengurangi produk (Budiman dkk, 2014).

Biodiesel yang diperoleh melalui proses transesterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu sebagai berikut (freedman dalam Hikmah, 2010):

a. Pengaruh air dan asam lemak bebas.

Minyak nabati yang akan ditransesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1. Banyak peneliti yang menyarankan agar kandungan asam lemak bebas lebih kecil dari 0.5%. Selain itu, semua bahan yang akan digunakan harus bebas dari air. Karena air akan bereaksi dengan katalis, sehingga jumlah katalis menjadi berkurang. Katalis harus terhindar dari kontak dengan udara agar tidak mengalami reaksi dengan uap air dan karbon dioksida.

b. Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan bahan mentah.

Secara stoikiometri, jumlah alkohol yang dibutuhkan untuk reaksi adalah 3 mol untuk setiap 1 mol trigliserida untuk memperoleh 3 mol alkil ester dan 1 mol gliserol. Perbandingan alkohol dengan minyak nabati 4,8:1 dapat menghasilkan konversi 98% (Bradshaw, 1944). Secara umum ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah. Pada rasio molar 6:1, setelah 1 jam konversi yang dihasilkan adalah 98-99%, sedangkan pada 3:1 adalah 74-89%. Nilai perbandingan yang terbaik adalah 6:1 karena dapat memberikan konversi yang maksimum.

c. Pengaruh jenis alkohol.

Alkohol yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah etanol atau metanol. Penggunaan jenis alkohol akan mempengaruhi hasil produk. Produk biodiesel yang dihasilkan dapat berupa metil ester ataupun etil ester. Alkohol jenis metanol akan menghasilkan produk berupa metil ester sedangkan alkohol jenis etanol akan menghasilkan produk berupa etil ester.

d. Pengaruh jenis katalis.

Alkali katalis (katalis basa) akan mempercepat reaksi transesterifikasi bila dibandingkan dengan katalis asam. Katalis basa yang paling populer untuk reaksi transesterifikasi adalah natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), natrium metoksida (NaOCH₃), dan kalium metoksida (KOCH₃). Katalis sejati bagi reaksi sebenarnya adalah ion metilat (metoksida). Reaksi

transesterifikasi akan menghasilkan konversi yang maksimum dengan jumlah katalis 0,5-1,5%-b minyak nabati. Jumlah katalis yang efektif untuk reaksi adalah 0,5%-b minyak nabati untuk natrium metoksida dan 1%-b minyak nabati untuk natrium hidroksida.

e. Pengaruh temperatur.

Reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada temperatur 30-65°C (titik didih metanol sekitar 65°C). Semakin tinggi temperatur, konversi yang diperoleh akan semakin tinggi untuk waktu yang lebih singkat.

2.5 Katalis

Katalis adalah zat yang berfungsi untuk mempercepat laju reaksi dan dapat menurunkan kondisi operasi. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi adalah reaksi yang lambat. Oleh karena itu dibutuhkan katalis guna mempercepat laju reaksi.

a. Katalis Asam

Katalis asam dipilih untuk memproduksi biodiesel dengan kadar FFA tinggi melalui reaksi esterifikasi. Katalis asam seperti H_2SO_4 , HPO_4 , dan HCl merupakan katalis yang efektif untuk reaksi esterifikasi (Budiman dkk, 2014). Akan tetapi katalis asam bersifat korosif sehingga diperlukan reaktor yang mampu bertahan dari sifat katalis ini.

b. Katalis Basa

Katalis yang biasa digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah katalis asam dan katalis basa. Katalis yang bersifat basa lebih unggul karena menghasilkan metil ester yang tinggi konversinya dan lebih cepat reaksinya (Laksono, 2013). Katalis basa yang umum digunakan adalah $NaOH$ dan KOH . Penggunaan KOH banyak digunakan karena performanya lebih baik daripada $NaOH$ dan lebih mudah pemisahannya (Budiman dkk, 2014). Katalis basa lebih disukai karena katalis basa ini tidak korosif. Menurut Knothe (2002) produksi biodiesel saat ini lebih sering menggunakan KOH , dengan reaksi yang dilakukan pada suhu ruang, tingkat konversi 80-90% dapat dicapai dalam waktu 5 menit. Tingkat konversi metil ester bahkan bisa mencapai 99% pada proses

transesterifikasi dua tahap. Penggunaan katalis KOH sebanyak 1% b/b menghasilkan konversi paling bagus dengan *yield* terbanyak dan viskositas biodiesel yang bagus (Refaat dkk, 2008 dalam Majid dkk., 2012).

2.6 Metanol

Alkohol merupakan komponen utama yang diperlukan dalam pembuatan biodiesel. Alkohol diperlukan dalam jumlah berlebih dalam reaksi esterifikasi maupun reaksi transesterifikasi untuk menggeser keseimbangan reaksi ke arah produk. Oleh karena itu keberadaan alkohol sangat penting dalam reaksi esterifikasi maupun transesterifikasi (Budiman dkk, 2014). Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol (Laksono, 2013). Metanol mempunyai rumus kimia CH_3OH . Metanol mempunyai toksisitas yang tinggi. Metanol mempunyai densitas sebesar 0,792 g/ml, Titik lelehnya -104°C dan titik didihnya yaitu $64,7^\circ\text{C}$, sedikit larut dalam air, eter, dan etanol dengan kelarutan kurang dari 10%. Metanol murni sangat mudah terbakar dan memiliki fase cair pada suhu 30°C tekanan 1 atm (Budiman dkk, 2014).

Pemilihan penggunaan metanol disebabkan metanol memiliki reaktivitas yang paling tinggi diantara alkohol jenis lainnya. Sifat metanol ini terkait dengan rantai atom C yang dimilikinya pendek. Semakin pendek rantai atom C akan memperkecil hambatan sterik saat penyerangan gugus karbonil trigliserida berlangsung. Kelebihan lain yang dimiliki metanol adalah harganya yang relatif lebih murah, mudah *direcovery*, dan kelarutan yang cukup baik dibandingkan dengan alkohol jenis lainnya. Kelemahan metanol yaitu sifatnya yang beracun. (Budiman dkk, 2014).

2.7 Metode Pemanasan

Dalam spektrum radiasi elektromagnetik, daerah radiasi gelombang mikro terletak antara radiasi inframerah dan gelombang radio. Gelombang mikro mempunyai panjang gelombang 1 mm– 1 m dengan frekuensi antara 0,3 – 300 GHz. Pemanasan dengan menggunakan *microwave* lebih menguntungkan dibandingkan dengan pemanasan secara konvensional, karena pemanasan secara konvensional sangat lambat dan tidak efisien karena transfer energi ke bahan tergantung pada arus konveksi dan konduktivitas termal campuran reaksi (Majid, 2012).

Cara kerja *microwave* melalui panas yang terkandung pada gelombang bukan melalui kemampuan pemecahan ikatan kompleks dari FFA atau trigliserida yang terkandung dalam minyak nabati. Pada metode konvensional, panas ditransfer ke reaktan dengan cara konduksi, konveksi dan radiasi. Akan tetapi pada teknologi *microwave*, panas di transfer secara langsung pada reaktan tanpa melalui pre-heating. Radiasi *microwave* akan mengaktifkan berbagai molekul polar dan ion-ion seperti alkohol sehingga mampu mengubah magnetiknya. Perubahan medan listrik tersebut mengakibatkan interaksi dipol-dipol molekul dan ion-ion bermuatan. Molekul dan ion tersebut akan berputar sangat cepat sehingga menghasilkan panas yang diakibatkan oleh friksi antarmolekul dan ion (Budiman dkk, 2014).

Keuntungan dari penggunaan *microwave* ini yaitu, yield dan kualitas produk yang lebih tinggi dibandingkan cara konvensional, konsumsi energi untuk pengoperasian 23 kali lebih rendah, prosesnya lebih ramah lingkungan, waktu reaksinya lebih cepat, perbandingan molar reaktan yang diperlukan lebih sedikit, produk samping yang dihasilkan lebih sedikit, dan sistem transfer panasnya lebih efektif (Budiman dkk, 2014).

2.8 Analisis

2.8.1 Analisis Bahan Baku

2.8.1.1 Uji Densitas

Densitas atau massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis rata – rata suatu benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Satuan SI massa jenis adalah kilogram per meter kubik ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Densitas berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki densitas yang berbeda- beda.

Densitas dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan dan berat molekul minyak. Derajat ketidakjenuhan yang besar menyebabkan densitas semakin kecil. Sedangkan semakin besar rata- rata molekul asam lemak penyusun trigliserida, maka semakin besar densitas minyak tersebut (Rahmani, 2008). Maka, dilakukan uji densitas untuk mengetahui massa jenis dari minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) yang digunakan. Densitas berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar (Shereve dalam departemen teknologi pertanian, 2005). Berdasarkan SNI nomor 04-7182-2006, densitas bahan bakar untuk mesin diesel berkisar antara 0,85-0,89 g/ml.

2.8.1.2 Uji Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan suatu fluida. Setiap fluida memiliki besar viskositas yang berbeda yang dinyatakan dengan η . Viskositas dapat diketahui dengan menggunakan alat viskometer. Jika viskositas semakin tinggi, maka tekanan untuk mengalir akan semakin tinggi. karakteristik ini sangat penting karena mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel. Pada umumnya, bahan bakar harus mempunyai viskositas yang relatif rendah agar dapat mudah mengalir dan teratomisasi (Shereve dalam departemen teknologi pertanian, 2005). Menurut SNI nomor 04-7182-2006 standar viskositas bahan bakar untuk mesin diesel berkisar antara 2,3-6,0 mm^2/s pada suhu 40°C.

2.8.1.3 Uji Angka Asam

Penentuan bilangan asam dipergunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak atau lemak. Besarnya bilangan asam tergantung dari kemurnian dan umur dari minyak atau lemak tersebut. Bilangan asam adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas, serta dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak. Menurut SNI, bilangan asam pada bahan bakar diesel maksimal 0,8 mg KOH/g minyak.

2.8.2 Analisis Produk

2.8.2.1 Uji Kuantitatif

Uji kuantitatif yang dilakukan pada hasil produk (biodiesel) adalah uji densitas, uji viskositas, dan angka asam. Dilakukan berbagai uji tersebut guna mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan dengan biodiesel standar menurut SNI.

2.8.2.2 GC-MS

GCMS merupakan suatu instrumen gabungan GC(kromatografi gas) dan MS(spektrofotometri massa). GCMS digunakan untuk memisahkan suatu senyawa menjadi komponen penyusunnya menggunakan fase gerak berupa gas (Sutar dkk, 2013).

Kromatografi gas dan spektrometer massa memiliki keunikan masing-masing dimana keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan. Dengan menggabungkan kedua teknik tersebut diharapkan mampu meningkatkan kemampuan dalam menganalisis sampel dengan mengambil kelebihan masing-masing teknik dan meminimalisir kekurangannya.

BAB III

PROSEDUR KERJA

Pada percobaan ini dilakukan proses transesterifikasi. Proses ini bertujuan untuk mengkonversi trigliserida menjadi metil ester (biodiesel). Proses transesterifikasi ini dilakukan dengan menambahkan metanol dengan katalis basa (KOH) dan pemanasannya menggunakan microwave.

3.1 Alat yang diperlukan

- | | |
|---------------------|------------------------|
| a. Pipet ukur | m. Reaktor batch |
| b. Ball filler | n. Magnetic stirrer |
| c. Kondensor spiral | o. Statif, klem, ring, |
| d. Corong pisah | pompa, selang |
| e. Corong kaca | p. Cawan porselen |
| f. Piknometer | q. Pengaduk kaca |
| g. Neraca analitik | r. Pipet tetes |
| h. <i>Microwave</i> | s. Erlenmayer |
| i. Gelas ukur | t. Buret |
| j. Gelas arloji | u. Kompor listrik |
| k. Spatula | v. Labu takar |
| l. Beaker glass | w. Botol sampel |

3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*)

Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dibeli dari toko kimia Indrasari, Semarang, Jawa Tengah memiliki spesifikasi:

Densitas pada 28 ⁰ C	: 0,96 gr/ml
Bilangan Asam	: 1,57 KOH/gr minyak
Persentase asam lemak bebas	: 0,79%

Berat molekul : 898,05798 gr/gr mol

Warna : kuning bening

Viskositas kinematis pada 40⁰C : 278,177 mm²/s

b. Metanol Teknis

Metanol teknis didapatkan dari toko kimia Indrasari, Semarang, Jawa Tengah dengan spesifikasi:

Densitas pada 28⁰C : 0,8 gr/ml

Kadar : 94%

Titik didih : 64,5⁰C

Berat molekul : 32,2 gr/gmol

Warna : putih bening

c. KOH

KOH didapatkan dari toko kimia Indrasari, Semarnag, Jawa Tengah dengan spesifikasi:

Berat molekul : 56 gr/gmol

Bentuk : pallet

Warna : putih

d. Etanol (95%)

Densitas : 0,789 g/ml

Berat molekul : 46,07 g/mol

Titik didih : 78,4⁰C

Warna : putih bening

e. Indikator PP (fenolftalein)

Indikator PP didapatkan dari laboratorium Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang dengan spesifikasi:

Bentuk : cair

Warna : putih bening

f. Asam oksalat

Asam oksalat p.a dari Merck (Darmstadt, Germany) dengan spesifikasi:

Berat molekul : 126,07 g/mol

Warna : putih

3.3 Variabel

Variabel yang dipelajari pada reaksi transesterifikasi asam lemak bebas pada minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) menjadi metil ester (biodiesel) menggunakan pemanasan *microwave* adalah sebagai berikut:

Variabel tetap : kecepatan pengadukan, konsentrasi katalis, jenis reaktan.

Variabel berubah : rasio mol

3.4 Alat

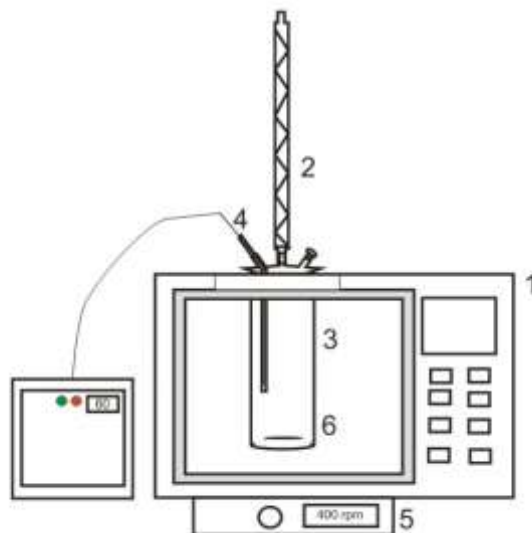
Alat alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah:

a. Alat analisis

Alat yang akan digunakan untuk menganalisis senyawa biodiesel yang dihasilkan adalah dengan menggunakan instrument GC-MS.

b. Rangkaian alat percobaan

Rangkaian alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut:



Keterangan gambar 3.1:

1. *Microwave*
2. Kondensor
3. Tabung reaktor
4. Sensor suhu
5. Stirrer
6. Magnetik stirrer

Gambar 3.1. Rangkaian Alat Percobaan

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Analisis Bahan Baku

3.5.1.1 Penentuan bilangan asam dan kadar %FFA

a. Pembuatan larutan KOH 0,1 N

Pembuatan larutan KOH 0,1 N dengan cara melarutkan KOH sebanyak 0,56 gram dalam *beaker glass* yang telah diisi sedikit aquades. Selanjutnya larutan tersebut di masukkan kedalam labu takar 100 ml dan ditambahkan aquades sampai mencapai garis tanda kemudian dikocok agar homogen.

b. Standarisasi Larutan KOH

Standarisasi larutan KOH dengan cara mentitrasi larutan asam oksalat 0,1 N. Larutan asam oksalat 0,1 N dibuat dengan cara melarutkan 0,63 gram asam oksalat dalam 100 ml aquades. Setelah itu larutan asam oksalat sebanyak 10 ml dititrasi menggunakan KOH 0,1 N yang telah dibuat sebelumnya sampai berwarna merah muda. Normalitas larutan KOH dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$V_a \times N_a = V_b \times N_b \quad (3.1)$$

Dimana :

V_a = Volume larutan asam oksalat (ml)

V_b = Volume larutan KOH (ml)

N_a = Normalitas larutan asam oksalat (N)

N_b = Normalitas larutan KOH (N)

c. Analisis Angka Asam

Sebanyak 4 gram minyak ditimbang dalam erlenmayer menggunakan neraca analitik. Setelah itu tambahkan etanol sebanyak 10 ml. Kemudian dipanaskan selama 30 menit. Setelah didinginkan, ditambahkan 2-3 tetes indikator PP dan di titrasi menggunakan KOH 0,1 N sampai terbentuk

warna merah muda yang tidak hilang selama 0,5 menit. penentuan bilangan asam dan kadar FFA dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Bilangan asam} = \frac{\text{ml KOH} \times N \text{ KOH} \times 56,1}{m} \quad (3.2)$$

$$\% \text{FFA} = \frac{\text{ml KOH} \times n \text{ KOH} \times \text{BM minyak}}{m \times 10} \quad (3.3)$$

dimana:

m = massa minyak yang digunakan (gram)

BM = berat molekul minyak (g/mol)

N = normalitas

56,1 = bobot molekul KOH (g/mol)

3.5.1.2 Penentuan densitas

Penentuan densitas dilakukan dengan menggunakan piknometer. Piknometer dengan ukuran 10 ml digunakan untuk penentuan densitas minyak jarak kepyar (*ricinus communis*). Piknometer yang bersih dan kering ditimbang untuk mengetahui berat piknometer awal. Setelah itu piknometer diisi dengan minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dan ditutup dengan penutup kapiler. Dalam hal ini harus diperhatikan bahwa didalam piknometer tidak boleh terdapat gelembung udara. Kemudian piknometer yang berisi minyak ditimbang sehingga mendapatkan berat piknometer isi. Densitas dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\rho = \frac{G - G_0}{V} \quad (3.4)$$

dimana :

ρ = densitas (g/ml)

G = berat piknometer berisi minyak (g)

G₀ = berat piknometer kosong (g)

V = volume piknometer (ml)

3.5.1.3 Penentuan viskositas

Pengukuran viskositas menggunakan alat *upper lower*. Pengukuran viskosimeter yang diukur adalah waktu yang dibutuhkan oleh sejumlah tertentu cairan untuk mengalir melalui pipa kapiler dengan gaya yang disebabkan oleh berat cairan itu sendiri. Pada percobaan sebenarnya, sejumlah tertentu cairan (misalnya 10 cm³, bergantung pada ukuran viskosimeter) dipipet kedalam viskosimeter. Cairan kemudian dihisap melalui labu pengukur dari viskosimeter sampai permukaan cairan lebih tinggi daripada batas a. cairan kemudian dibiarkan turun ketika permukaan cairan turun melewati batas a, *stopwatch* mulai dinyalakan dan ketika cairan melewati tanda batas b, *stopwatch* dimatikan. Jadi waktu yang dibutuhkan cairan untuk melalui jarak antara a dan b dapat ditentukan. Tekanan ρ merupakan perbedaan antara kedua ujung pipa U dan besarnya disesuaikan sebanding dengan berat jenis cairan. Viskositas dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\mu = C \times t \quad (3.5)$$

dimana:

μ = viskositas kinematik (mm²/s)

C = konstanta kalibrasi viskosimeter (mm²/s²)

t = waktu mengalir dari batas atas ke batas bawah (s)

3.5.2 Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dilakukan didalam reaktor *batch* dan dipanaskan dengan *microwave*. Mula-mula katalis KOH sebanyak 1% dilarutkan dalam metanol. Selanjutnya menyiapkan campuran metanol dengan minyak dengan perbandingan mol sesuai variabel di dalam reaktor. Didalam reaktor tersebut dilakukan *mixing* antara campuran minyak, metanol, dan katalis. Didalam *microwave*, campuran dalam reaktor akan mengalami pemanasan pada suhu 60°C selama 10 menit. Menurut penelitian yang telah dilakukan Majid dkk pada tahun 2012, biodiesel dengan *yield* terbesar dihasilkan pada waktu reaksi 10 menit dengan *yield* optimum 93,06%. Metanol

yang menguap akan didinginkan dengan kondensor. Hasil reaksi akan dipisahkan secara gravitasional menggunakan corong pisah. Biodiesel hasil reaksi akan dicuci menggunakan aquades untuk melarutkan sisa-sisa metanol dan katalis.

3.5.3 Pencucian

Biodiesel hasil transesterifikasi akan dicuci dengan menggunakan aquades dengan masih menggunakan prinsip gravitasi yaitu menggunakan corong pisah. Pencucian dilakukan hingga aquades yang digunakan untuk mencuci berwarna bening.

3.5.4 Pengeringan

Biodiesel yang telah dicuci masih memiliki sisa- sisa air. Sehingga harus dihilangkan kadar airnya agar biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan SNI. Penghilangan kadar air tersebut dengan cara pemanasan menggunakan oven pada suhu 110°C .

3.5.5 Analisa Produk

Analisa Produk yang dilakukan selain angka asam, viskositas dan juga densitas yaitu dilakukan uji kuantitatif dan uji GC-MS. Biodiesel hasil pengeringan akan langsung dilakukan uji tersebut.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan dibawah ini :

1. Biodiesel dari minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dapat dihasilkan melalui reaksi satu tahap yaitu transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa KOH, dimana katalis KOH mampu memberikan konversi yang tinggi, serta mempercepat jalannya reaksi.
2. Yield biodiesel yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya rasio molar minyak-metanol. Pada masing-masing variasi molar minyak- metanol pada 1:3, 1:6, dan 1:9 diperoleh yield yaitu 49,65%, 92,67%, 85,86%.
3. Biodiesel yang dihasilkan memiliki tingkat kemurnian yang tinggi. kemurniaan tertinggi sebesar 99,99% dihasilkan pada variasi molar 1:6.
4. Penggunaan *microwave* dalam pembuatan biodiesel dapat menghemat waktu dibandingkan dengan metode konvensional, reaksi berjalan lebih cepat, dan konversi yang dihasilkan tinggi.
5. Biodiesel yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disarankan bahwa:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis yang beragam untuk mengetahui pengaruh *microwave* terhadap biodiesel yang dihasilkan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan sifat fisis biodiesel dari minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) yang memenuhi standar SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- Atadashi, I. M., Aroua. M. K., & Abdul Aziz A., dkk. 2011. *Biodiesel Separation and Purification: A Review. Renew. Energy*, 36(2), 437-443.
- Bradshaw, George B., Meuly, Wlater C. 1944. Preparation Of Detergent. U pat ent Office 2,360,844.
- Budiman, A., R.D. Kusumaningtyas, Y. S. Pradana, dan N. A. Lestari. 2014. *Biodiesel Bahan Baku, Proses dan Teknologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Departemen Teknologi Pertanian USU. 2005. Proses Pembuatan Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Kerjasama Antara Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian USU dengan Balai Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara Medan.
- Dewi, A. C. 2013. Sintesis Biodiesel Dari Minyak Mikroalga *Chlorella Vulgaris* Dengan Reaksi Transesterifikasi. *Tugas Akhir*. Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Dharsono, W., Oktari, Y. S. 2010. Proses Pembuatan Biodiesel Dari Dedak Dan Metanol Dengan Esterifikasi In Situ. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Encinar, J. M., Gonzalez J. F., Rodriguez, J. J., and Tejedor A. 2002. Biodiesel Fuels from Vegetable Oils: Transesterification of *Cynara Cardunculus L.* Oils with Ethanol. *Energy Fuels*. 16, 443-450.
- Gerpen, J. V., B. Shanks, R. Pruszko, D. Clements Dan G. Knothe. 2004. *Biodiesel Production Technology*. United State Of America: National Renewable Energi Laboratory.
- Gude, V.G., P. Patil, E.M. Guerra, S. Deng, dan N. Nirmalakhanda. 2013. *Microwave Energy Potential For Biodiesel Production*. United State Of America : Mississippi State University.
- Hikmah, M, N., Zuliyana. 2010. Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Dan Transesterifikasi. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.

- Jannu, Henri. 2010. Pengaruh Lama Reaksi Terhadap Perubahan Karakteristik Biodiesel Turunan Minyak Kemiri Dengan Menggunakan Katalis CaO Dan Kosolvent Eter. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Kasim,R. 2012. Esterifikasi Asam Lemak Bebas Pada Campuran Asam Oleat Dan Minyak Sawit Murni Menggunakan *Microwave*. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Jurusan Agroteknologi Universitas Negeri Gorontalo.
- Knothe, Gerhard, Robert. O. Dunn, Marvin. O. Bagby. 2002. Biodiesel: The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels. National Center for Agricultural Utilization Research. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture, Peoria.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan*. Cetakan pertama. Jakarta: Ui-Press.
- Laksono, T. 2013. Pengaruh Jenis Katalis Naoh Dan Koh Serta Rasio Lemak Dengan Metanol Terhadap Kualitas Biodiesel. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Ternak Jurusan Produksi Ternak Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Lertsathapornsuk V., P. Ruangying, R.Pairintra Dan K. Krisnangkura. 2004. *Continuous Transesthylation Of Vegetable Oils By Microwave Irradiation*. Thailand.
- Leevijit, T., Wisutmethangoon, W, Prateepchaikul, G., Tongurai, C., & Allen, M. 2004. "A Second Order Kinetics of Palm Oil Transesterification". Hua Hin, Thailand: The Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment.
- Majid, A, A., Prasetyo, D., Dan Danarto, Y, C. 2012. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Iradiasi Gelombang Mikro. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Muhammad, F. R., Jatranti. S, Qadariyah. L, Dan Mahfud. 2014. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Nyamplung Menggunakan Pemanasan Gelombang *Microwave*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.Surabaya.
- Nur, F. R., dan Zakia. K. 2014. Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Dengan Metode Transesterifikasi Menggunakan Katalis Naoh. Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia.
- Rahmani, R. 2008. Penentuan Sifat Fisiko-Kimia dan Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliserida Serta Optimasi Kondisi Reaksi Sintesis Biodiesel

(Metil Ester) Minyak Biji Sirsak (*Annona mucirata*). Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.

Sari, A. B. T. 2007. Proses Pembuatan Biodiesel Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) Pagar (*Jatropha Curcas* L.) Dengan Transesterifikasi Satu Dan Dua Tahap. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor Bogor.

Setiawati, E., dan F. Edwar. 2012. *Teknologi Pengolaan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel*. Jurnal Riset Industri 2: 117-127.

Sinaga, E. 2014. *Ricinus communis* linn. <http://openstorage.gunadarma.ac.id/RicinusCommunisLinn/Jarak.pdf>. 31 Agustus 2015.

Soerawidjaja, Tatang H. 2006. *Fondasi-Fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari Teknologi Pembuatan Biodiesel*. Handout Seminar Nasional “Biodiesel Sebagai Energi Alternatif Masa Depan” UGM Yogyakarta.

Sutar, M. Reza, B. Eka. P, F. Zulianti, W. Annajiah, dkk. 2013. Laporan Praktikum Analisis Instrumen Gcms. Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

Weiss, E.A. 1983. Oil Seed Crops. Logman Inc. New York. USA.

Wibowo, T. 2009. Pengaruh Pemberian Seduhan Kelopak Rosela (*Hibiscus sabdariffa*) terhadap kadar trigliserida darah tikus putih (*Rattus norvegicus*). Skripsi. Fakultas kedokteran universitas sebelas maret. Surakarta.

Yitnowati, U., Yeoswono, T.D. Wahyuningsih, dan I. Tahir. 2008. Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Sumber Katalis Basa (K_2CO_3) Pada Pembuatan Biodiesel Minyak jarak kepyar *Ricinus Communis*. Fakultas MIPA. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Lampiran 1

Data pengamatan

biodiesel	Rasio 1:3	Rasio 1:6	Rasio 1:9
produk	50,35 gram	92,67 gram	86,11 gram
yield	49,65%	92,67%	85,86%
kemurnian	98,6%	99,99%	99,7%
densitas	0,882 gr/ml	0,87 gr/ml	0,857 gr/ml
viskositas	16,21 mm ² /s	16,11 mm ² /s	16,19 mm ² /s
Bilangan asam	0,75 mg KOH/minyak	0,68 mg KOH/minyak	0,64 mg KOH/minyak

Lampiran 2

Perhitungan

1. Pembuatan larutan KOH 0,1 N

$$Mr \text{ KOH} = 56$$

$$N = M \cdot \text{valensi}$$

$$0,1 = M \cdot 1$$

$$M = 0,1$$

$$M = \frac{a}{Mr} \times \frac{1000}{V}$$

$$0,1 = \frac{a}{56} \times \frac{1000}{100}$$

$$a = 0,56 \text{ gram}$$

jadi kebutuhan KOH untuk membuat larutan KOH 0,1 N sebesar 0,56 gram

2. Standarisasi larutan KOH

standarisasi KOH dengan mentitrasi blanko yaitu larutan asam oksalat 0,1 N.

$$N_a \cdot V_a = N_b \cdot V_b$$

$$0,1 \cdot 5 = N_b \cdot 5,5$$

$$N_b = 0,09$$

Jadi larutan KOH memiliki standarisasi sebesar 0,09.

3. Perhitungan angka asam dan kadar FFA

$$\text{Titration 1} = 1,1 \text{ ml}$$

$$\text{Titration 2} = 1,4 \text{ ml}$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\text{ml titrasi} \times N \text{ KOH} \times 56,1}{\text{gram sampel}}$$

$$\text{Angka asam} = \frac{1,25 \times 0,09 \times 56,1}{4}$$

$$\text{Angka asam} = 1,57$$

$$\% \text{ FFA} = \frac{N \text{ KOH} \times \text{ml titrasi} \times 282 \times 100\%}{4 \times 1000}$$

$$\% \text{ FFA} = \frac{0,09 \times 1,25 \times 282 \times 100\%}{4 \times 1000}$$

$$\% \text{ FFA} = 0,79 \%$$

4. Uji viskositas

a. Viskositas minyak jarak

Upper lower viskometer ostwald 350 mm, suhu 40°C

Konstanta upper (j) = 0,3923 (mm²/s)/s

Konstanta lower (c) = 0,5664 (mm²/s)/s

t → I. a). 429,19
 b). 675,69
 II. a). 438,95
 b). 683,35
 III. a). 439,60
 b). 681,99

Viskositas (v) = c × t

Tabel hasil perhitungan viskositas

v	1 (t)	2 (t)	3 (t)	Rata - rata
Upper (j)	168,371	172,2000	172,4550	
Lower (c)	382,7108	387,04944	386,2791	
Rata - rata	275,541	279,6247	279,3670	278,177

Jadi viskositas minyak jarak adalah 278,177 (mm²/s)/s

b. Viskositas biodiesel

5. Uji densitas

a. Densitas minyak jarak

Berat minyak = 9,8381

Volume piknometer = 10 ml

$$\rho = \frac{9,8381}{10}$$

$$= 0,98381 \text{ gr/ml}$$

b. Densitas biodiesel

- Biodiesel rasio 1:3

$$\rho = \frac{8,82}{10}$$

$$= 0,882 \text{ gr/ml}$$

- Biodiesel rasio 1: 6

$$\rho = \frac{8,7}{10}$$

$$= 0,87 \text{ gr/ml}$$

- Biodiesel rasio 1:9

$$\rho = \frac{8,57}{10}$$

$$= 0,857 \text{ gr/ml}$$

6. Perhitungan kebutuhan metanol

- BM minyak jarak

Komponen asam lemak bebas tertinggi:

$$\text{Asam risinoleat : C18H34O2} = 298$$

$$\text{Asam oleat : C17H33COOH} = 282$$

$$\text{Asam linoleat : C17H31COOH} = 280$$

$$\text{Rata - rata} = 286,67$$

$$\text{BM H} = 1,00794 \text{ g/mol, BM C} = 12,0107$$

$$\text{BM TG} = (3 \times (\text{BM rata-rata}) - 3 \times \text{BM H}) + (3 \times \text{BM C} + 5 \times \text{BM H})$$

$$= (3 \times 286,67 - 3 \times 1,00794) + (3 \times 12,0107 + 5 \times 1,00794)$$

$$= 860,01 - 3,02382 + 36,0321 + 5,0397$$

$$= 898,05798$$

Jadi, BM minyak jarak adalah 898,05798.

- Mol minyak

$$\text{Mol minyak} = \frac{\text{massa}}{\text{BM}}$$

$$= \frac{100}{898,05798}$$

$$= 0,11135$$

a. Rasio 1:3

$$\begin{aligned}
 \text{Mol metanol} &= \text{mol minyak} \times 3 \\
 &= 0,11135 \times 3 \\
 &= 0,33405 \text{ mol} \\
 \text{Massa metanol} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,33405 \times 32,2 \\
 &= 10,75641 \text{ gram} \\
 \text{Volume metanol} &= \frac{m}{\rho} \\
 &= \frac{10,75641}{0,8} \\
 &= 13,44 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

b. Rasio 1:6

$$\begin{aligned}
 \text{Mol metanol} &= \text{mol minyak} \times 6 \\
 &= 0,11135 \times 6 \\
 &= 0,6681 \text{ mol} \\
 \text{Massa metanol} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,6681 \times 32,2 \\
 &= 21,51282 \text{ gram} \\
 \text{Volume metanol} &= \frac{m}{\rho} \\
 &= \frac{21,51282}{0,8} \\
 &= 26,89 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

c. Rasio 1:9

$$\begin{aligned}
 \text{Mol metanol} &= \text{mol minyak} \times 9 \\
 &= 0,11135 \times 9 \\
 &= 1,00215 \text{ mol} \\
 \text{Massa metanol} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 1,00215 \times 32,2 \\
 &= 32,26 \text{ gram} \\
 \text{Volume metanol} &= \frac{m}{\rho} \\
 &= \frac{32,26}{0,8} \\
 &= 40,34 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

7. Perhitungan kebutuhan katalis KOH

Katalis KOH digunakan pada proses transesterifikasi sebanyak 1% berat minyak. Minyak yang digunakan sebanyak 100 gram.

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{100} \times 100 \text{ gram} \\ &= 1 \text{ gram} \end{aligned}$$

8. Perhitungan Yield biodiesel

$$\begin{aligned} \text{Yield} &= \frac{\text{gram biodiesel}}{\text{gram bahan baku}} \times \text{konversi} \\ &= \frac{92,67}{100} \times 99,99\% \\ &= 92,67\% \end{aligned}$$

Lampiran 3
Gambar Alat



Gambar 1 Alat Percobaan

Lampiran 4

Dokumentasi proses



Gambar 2 Pemisahan



Gambar 3 Gliserol



Gambar 4 pencucian biodiesel



Gambar 5 Biodiesel Hasil Pencucian



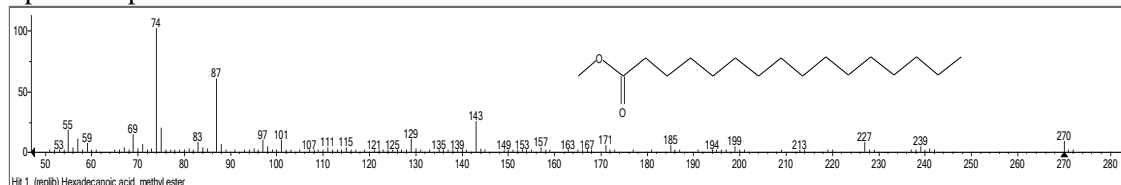
Gambar 6 Biodiesel Hasil Pengeringan

Lampiran 5

Hasil uji GC-MS

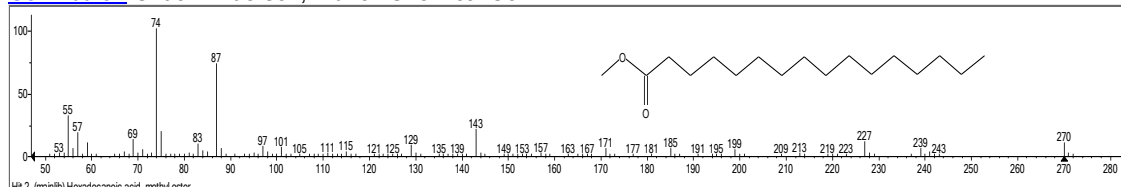
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 3

Spectrum pada RT = 19.021 menit



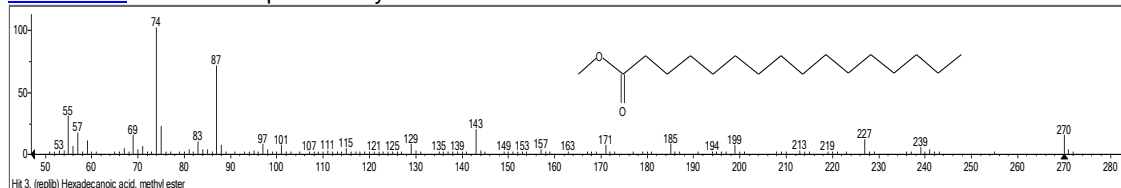
Name: Hexadecanoic acid, methyl ester

Contributor: Chuck Anderson, Aldrich Chemical Co.



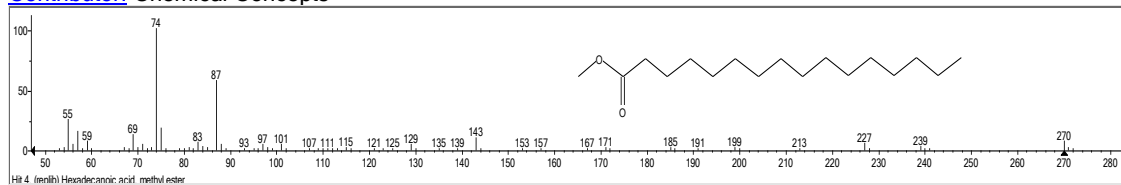
Name: Hexadecanoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



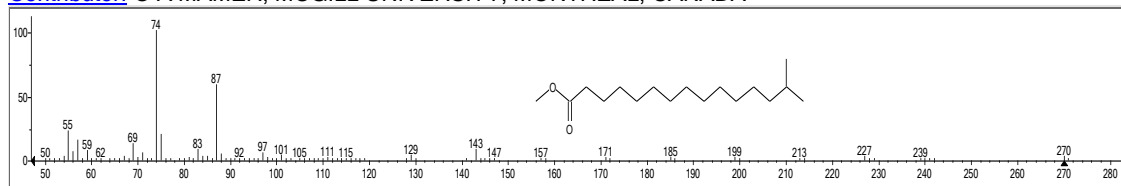
Name: Hexadecanoic acid, methyl ester

Contributor: Chemical Concepts



Name: Hexadecanoic acid, methyl ester

Contributor: O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANADA

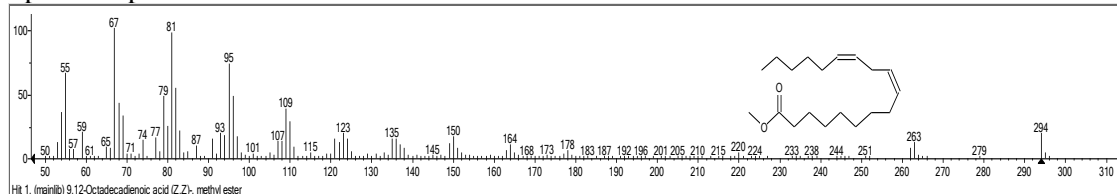


Name: Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester

Contributor: Chemical Concepts

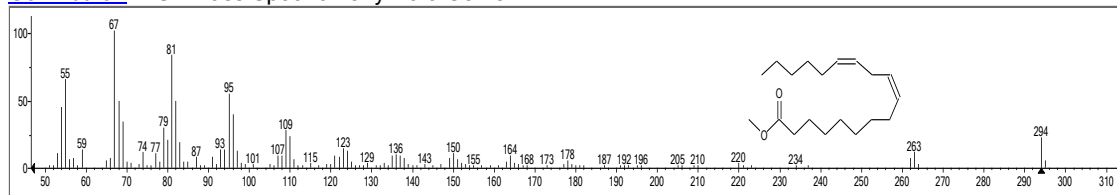
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 3

Spectrum pada RT = 20.661 menit



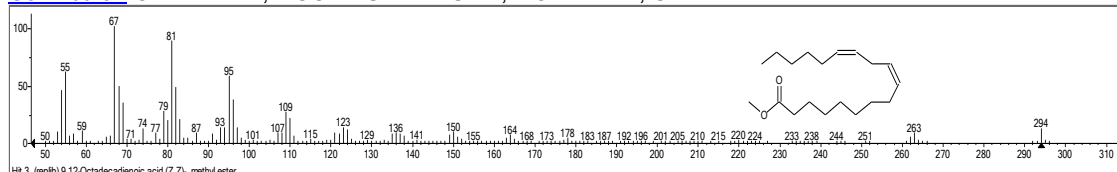
Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



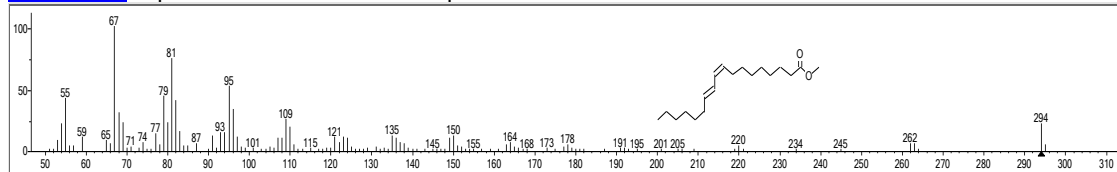
Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester

Contributor: O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANADA



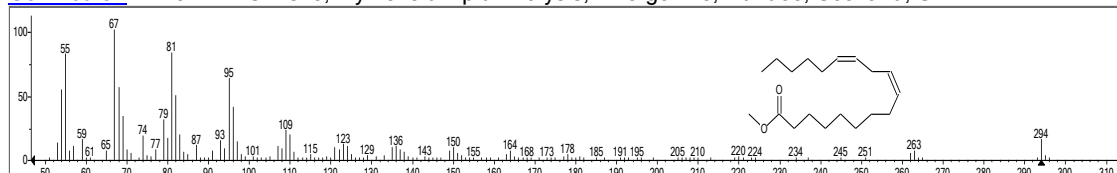
Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester

Contributor: Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-1508



Name: Methyl 9-cis,11-trans-octadecadienoate

Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK

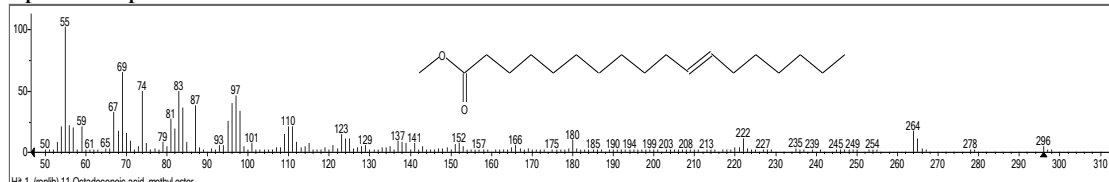


Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester

Contributor: LAC, NIDDK, NIH, Bethesda, MD 20892

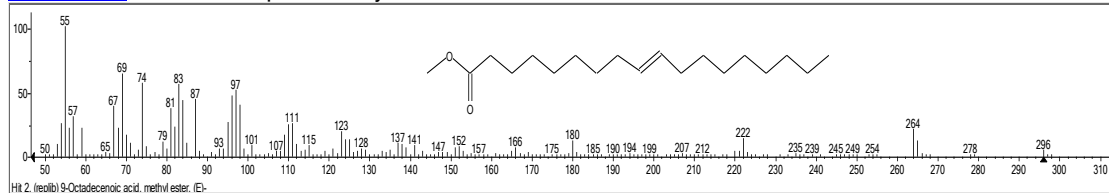
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 3

Spectrum pada RT = 20.721 menit



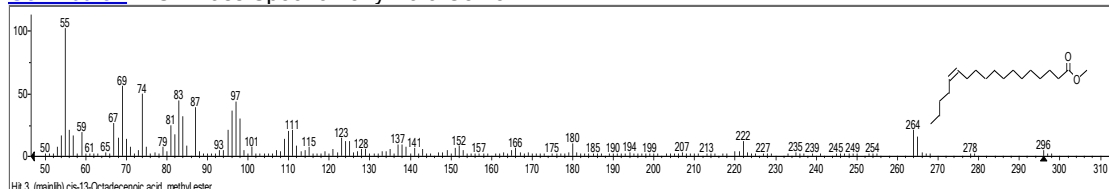
Name: 11-Octadecenoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



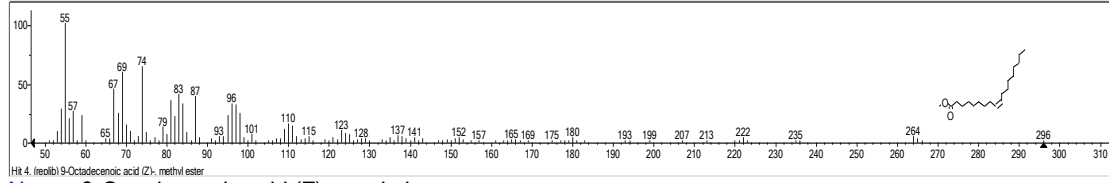
Name: 9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)-

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



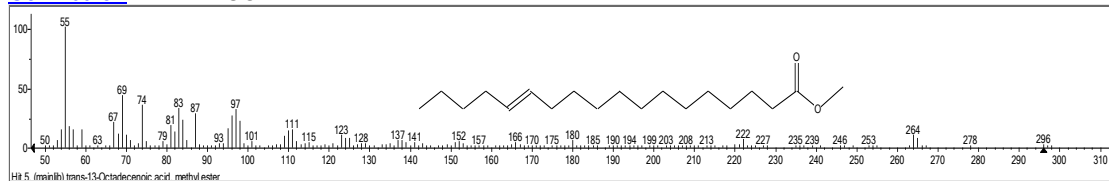
Name: cis-13-Octadecenoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



Name: 9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester

Contributor: RADIAN CORP

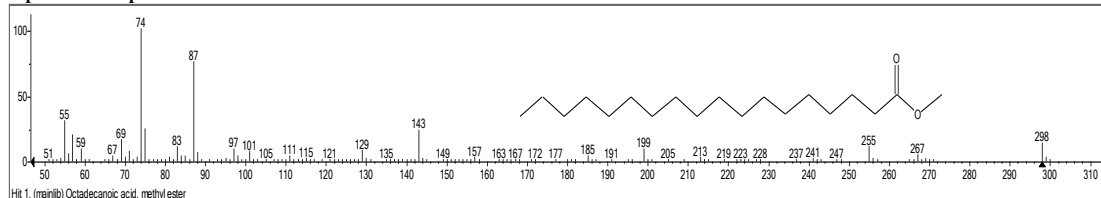


Name: trans-13-Octadecenoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center

SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 3

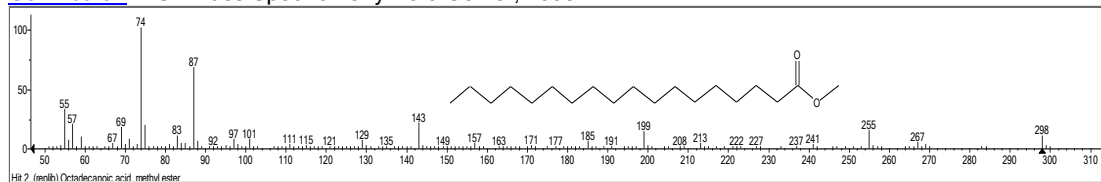
Spectrum pada RT = 20.911 menit



Hit 1. (main) Octadecanoic acid, methyl ester

Name: Octadecanoic acid, methyl ester

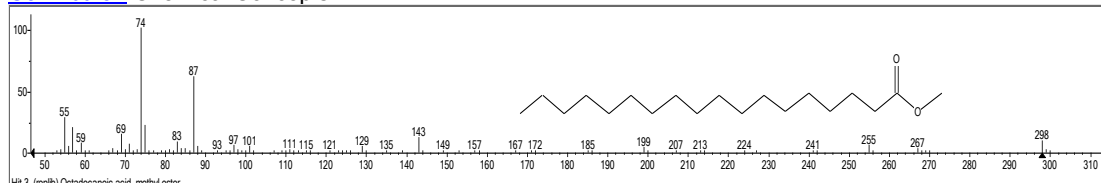
Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center, 1998.



Hit 2. (main) Octadecanoic acid, methyl ester

Name: Octadecanoic acid, methyl ester

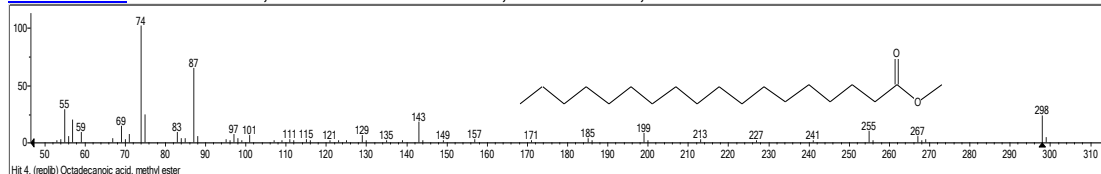
Contributor: Chemical Concepts



Hit 3. (main) Octadecanoic acid, methyl ester

Name: Octadecanoic acid, methyl ester

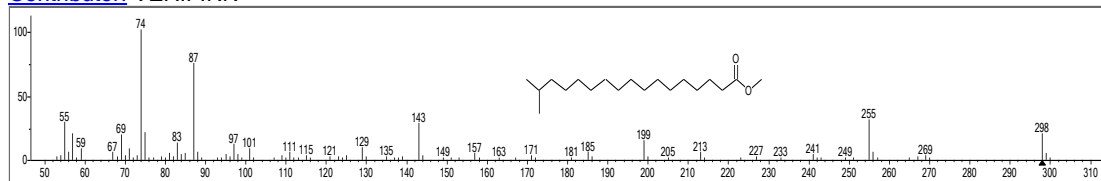
Contributor: O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL,



Hit 4. (main) Octadecanoic acid, methyl ester

Name: Octadecanoic acid, methyl ester

Contributor: VERIFINN



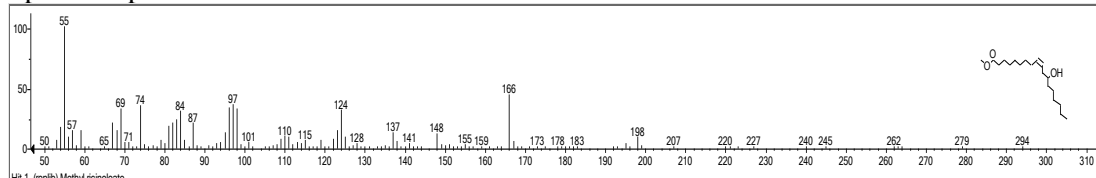
Hit 5. (main) Methyl 16-methyl-heptadecanoate

Name: Methyl 16-methyl-heptadecanoate

Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK

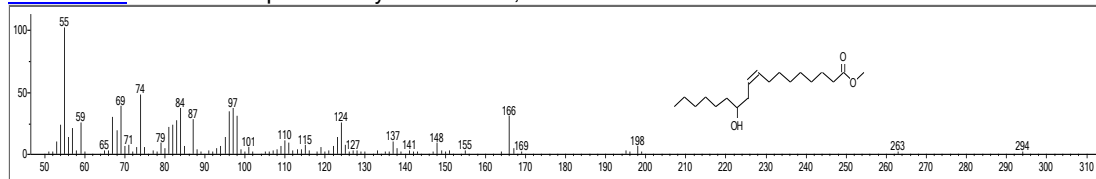
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 3

Spectrum pada RT = 22.747 menit



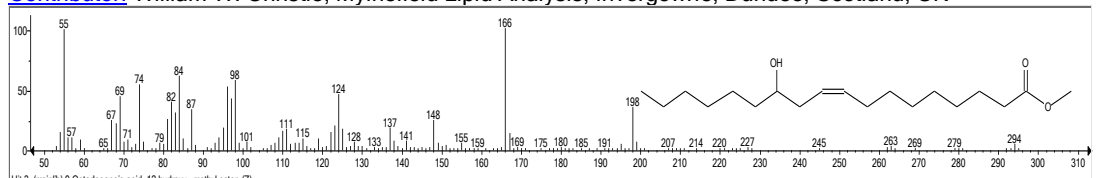
Name: Methyl ricinoleate

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center, 1994



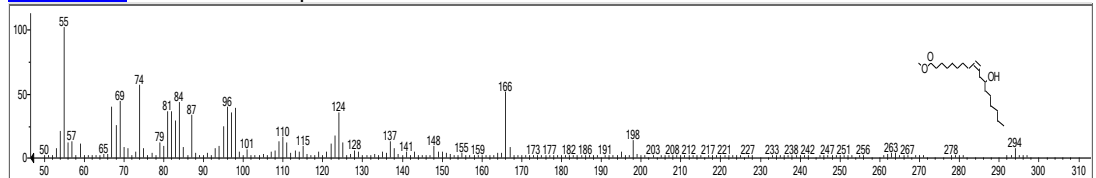
Name: Methyl 12-hydroxy-9-octadecenoate

Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK



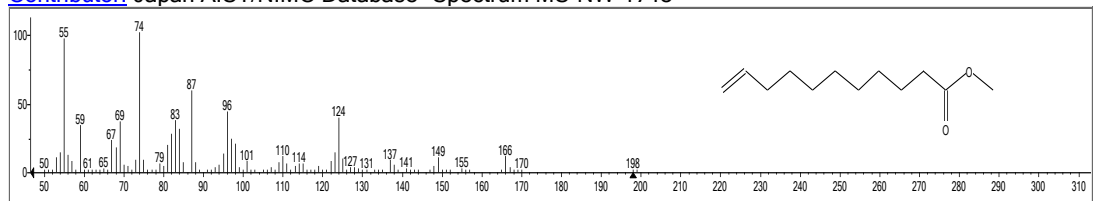
Name: 9-Octadecenoic acid, 12-hydroxy-, methyl ester, (Z)-

Contributor: Chemical Concepts



Name: Methyl ricinoleate

Contributor: Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-1748

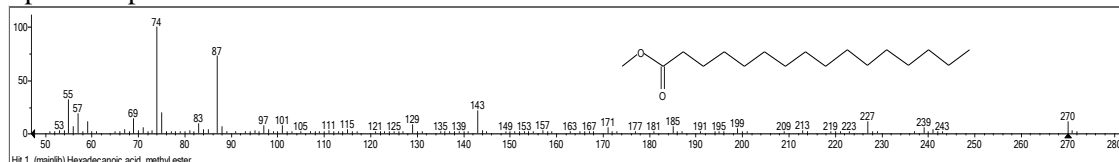


Name: 10-Undecenoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center

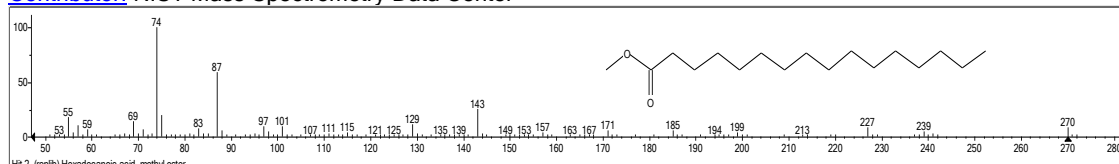
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 6

Spectrum pada RT = 19.016 menit



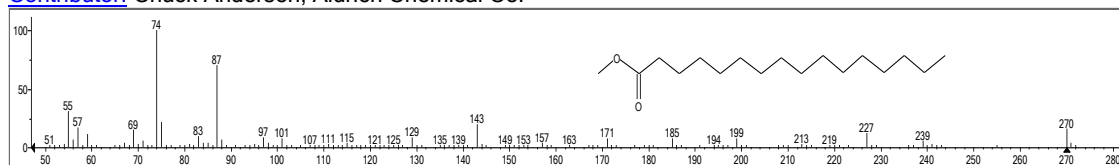
Name: Hexadecanoic acid, methyl ester/ Palmitic acid, methyl ester/ n-Hexadecanoic acid methyl ester/ Methyl palmitate

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



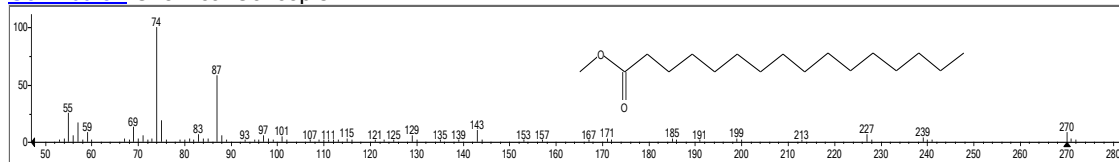
Name: Hexadecanoic acid, methyl ester/ Palmitic acid, methyl ester

Contributor: Chuck Anderson, Aldrich Chemical Co.



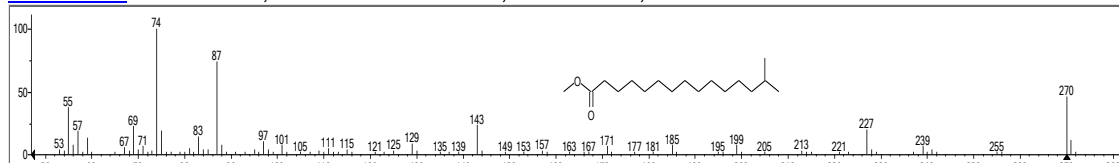
Name: Hexadecanoic acid, methyl ester/ Methyl palmitate

Contributor: Chemical Concepts



Name: Hexadecanoic acid, methyl ester/ Methyl n-hexadecanoate

Contributor: O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANADA

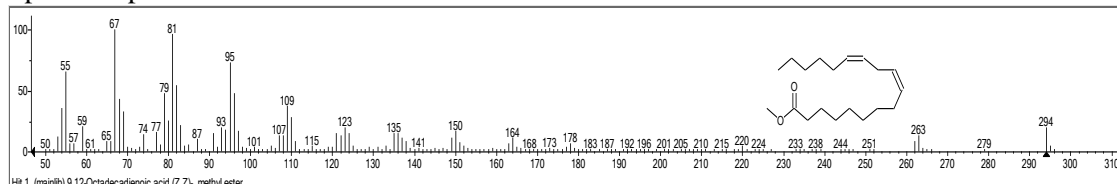


Name: Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester/ Methyl 14-methylpentadecanoate

Contributor: R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA

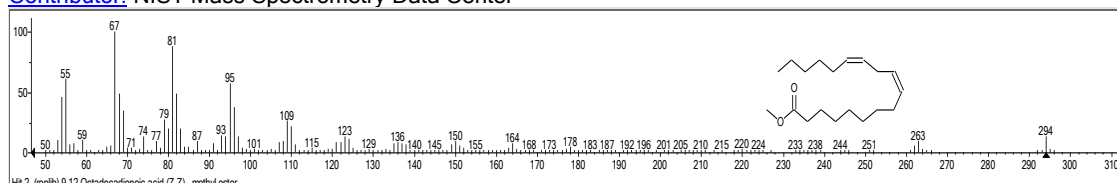
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 6

Spectrum pada RT = 20.666 menit



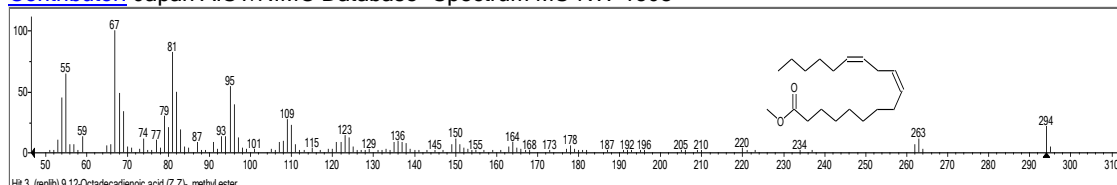
Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester/ Linoleic acid, methyl ester/ Methyl linoleate

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



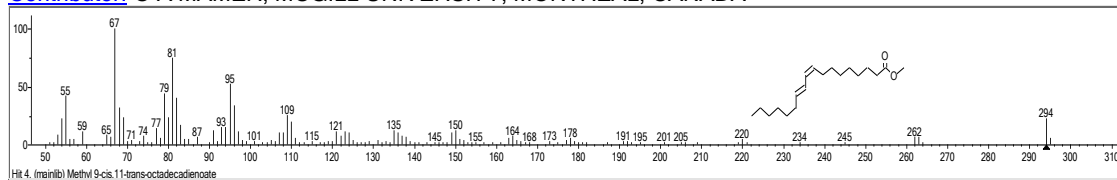
Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester/ Linoleic acid, methyl ester/ Methyl linoleate

Contributor: Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-1508



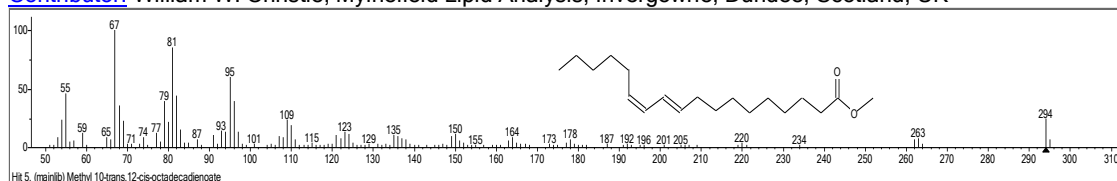
Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester/ Linoleic acid, methyl ester/ Methyl linoleate

Contributor: O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANADA



Name: Methyl 9-cis,11-trans-octadecadienoate

Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK

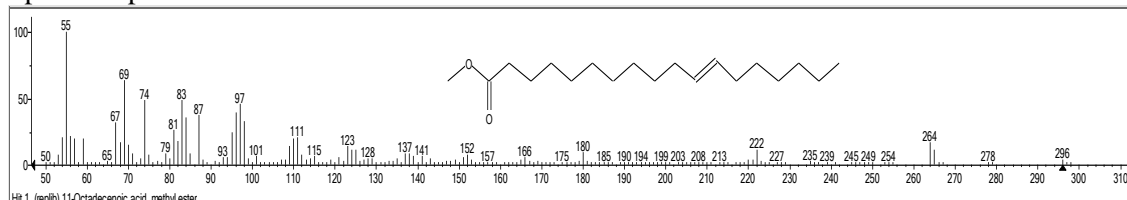


Name: Methyl 10-trans,12-cis-octadecadienoate

Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK

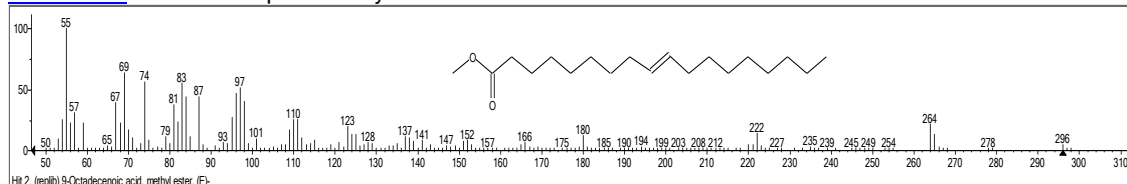
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 6

Spectrum pada RT = 20.731 menit



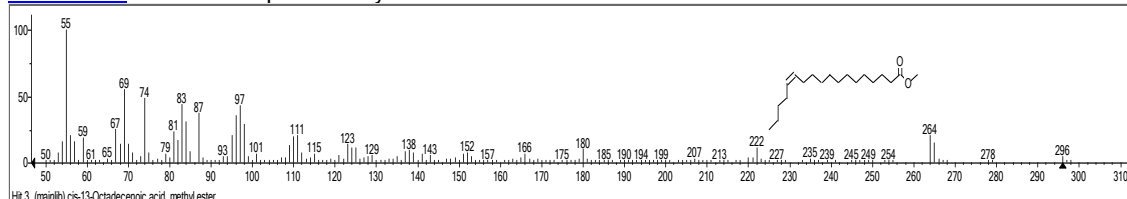
Name: 11-Octadecenoic acid, methyl ester/ Methyl 11-octadecenoate

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



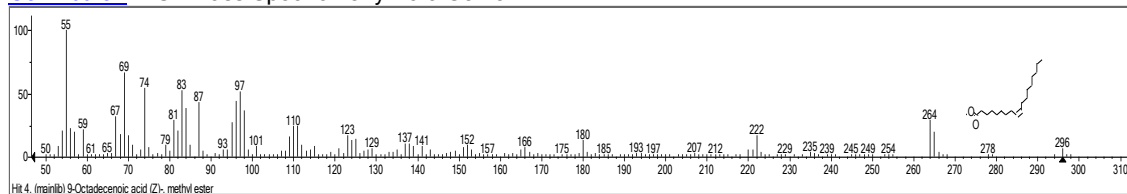
Name: 9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)-/ Elaidic acid, methyl ester/ Methyl elaidate

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



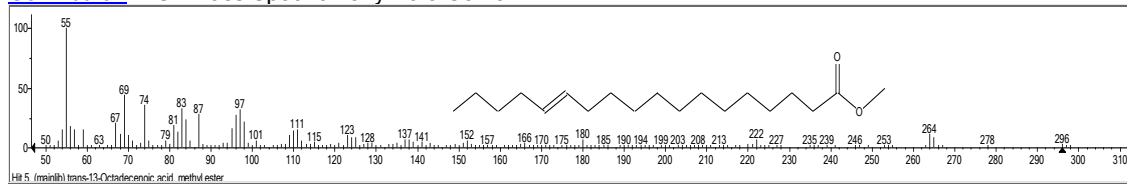
Name: cis-13-Octadecenoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



Name: 9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester/ Oleic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center

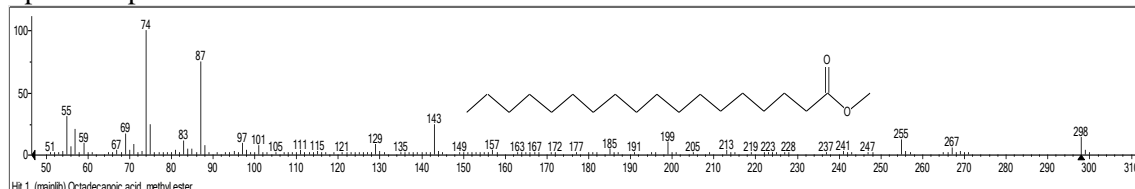


Name: trans-13-Octadecenoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center

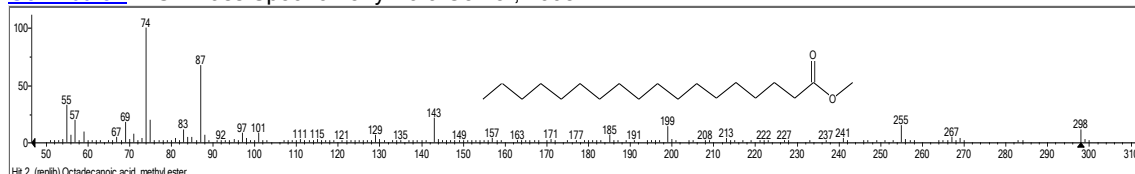
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 6

Spectrum pada RT = 20.917 menit



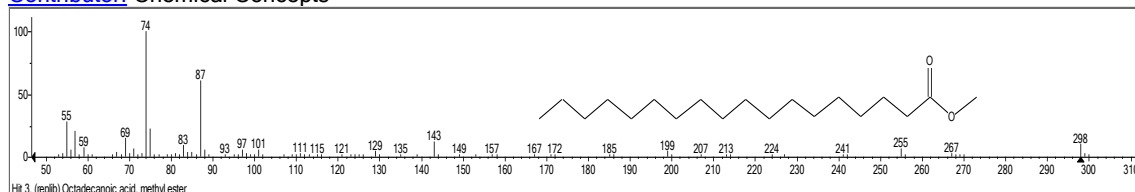
Name: Octadecanoic acid, methyl ester/ Stearic acid, methyl ester/ n-Octadecanoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center, 1998.



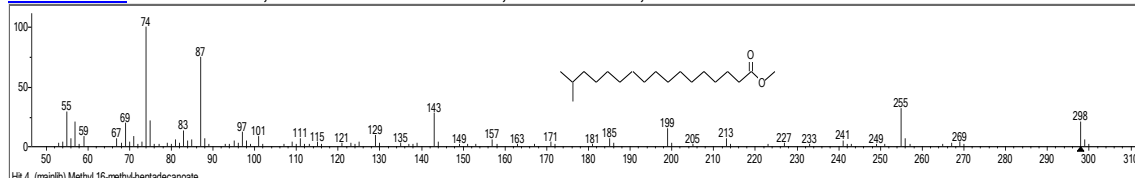
Name: Octadecanoic acid, methyl ester/ Stearic acid, methyl ester/ n-Octadecanoic acid, methyl ester

Contributor: Chemical Concepts



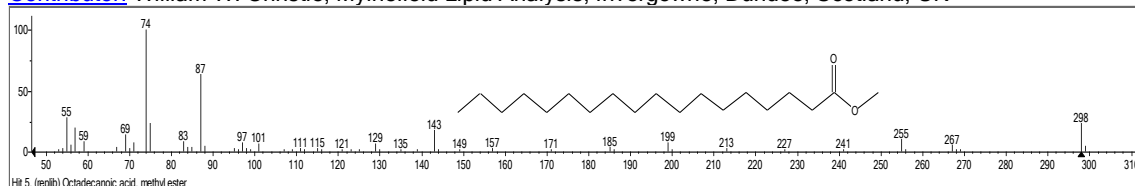
Name: Octadecanoic acid, methyl ester/ Stearic acid, methyl ester/ n-Octadecanoic acid, methyl ester

Contributor: O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL,



Name: Methyl 16-methyl-heptadecanoate

Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK

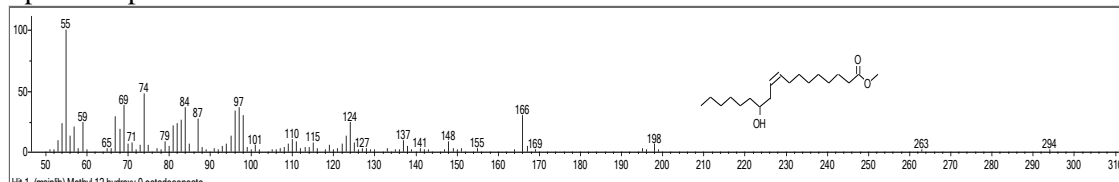


Name: Octadecanoic acid, methyl ester/ Stearic acid, methyl ester

Contributor: VERIFINN

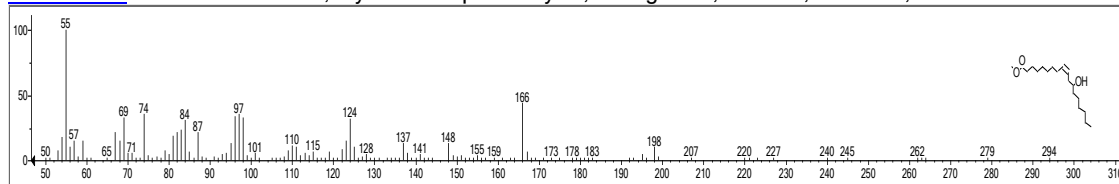
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 6

Spectrum pada RT = **22.782** menit



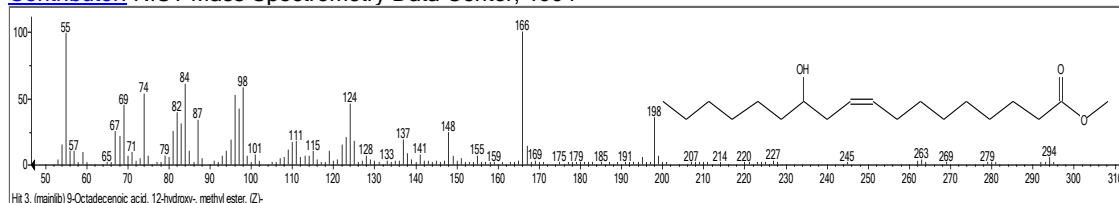
Name: Methyl 12-hydroxy-9-octadecenoate

Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK



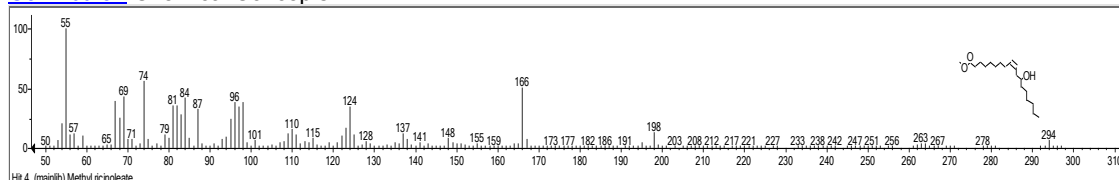
Name: Methyl ricinoleate/ Ricinoleic acid methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center, 1994



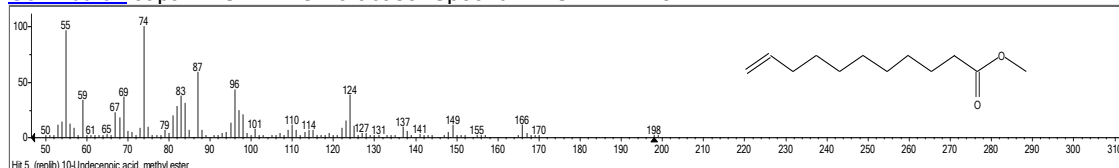
Name: 9-Octadecenoic acid, 12-hydroxy-, methyl ester, (Z)-/ Methyl (9Z)-12-hydroxy-9-octadecenoate

Contributor: Chemical Concepts



Name: Methyl ricinoleate/ Ricinoleic acid methyl ester

Contributor: Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-1748

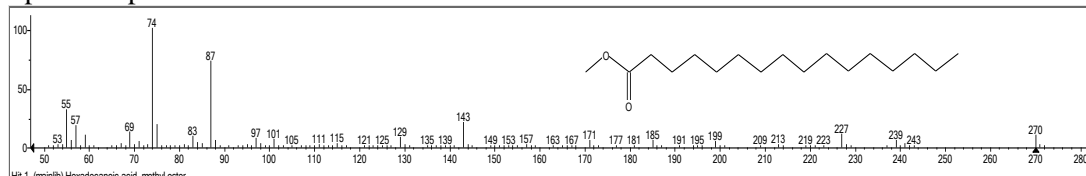


Name: 10-Undecenoic acid, methyl ester/ Undecenoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center

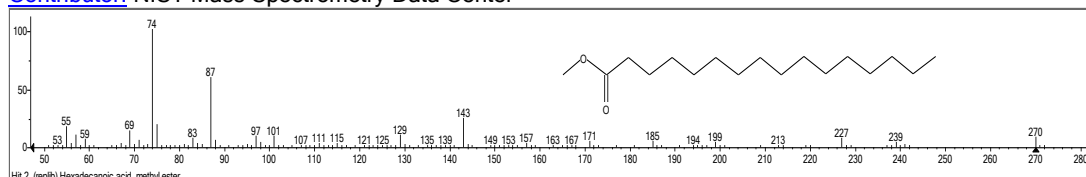
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 9

Spectrum pada RT = 19.031 menit



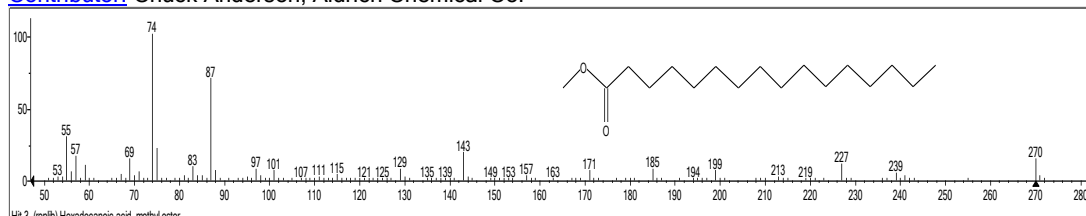
Name: Hexadecanoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



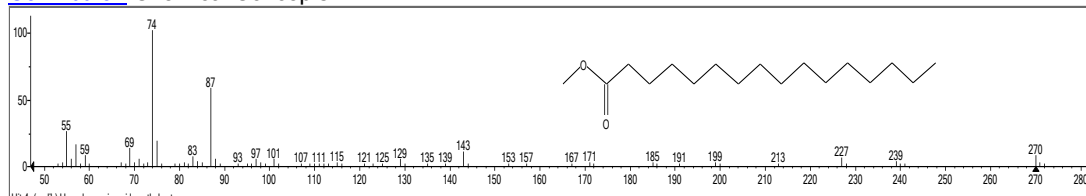
Name: Hexadecanoic acid, methyl ester

Contributor: Chuck Anderson, Aldrich Chemical Co.



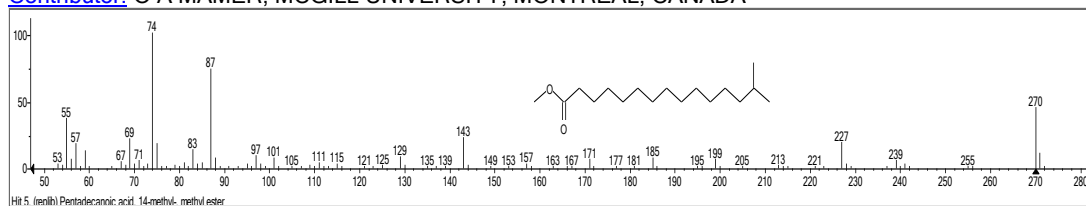
Name: Hexadecanoic acid, methyl ester

Contributor: Chemical Concepts



Name: Hexadecanoic acid, methyl ester

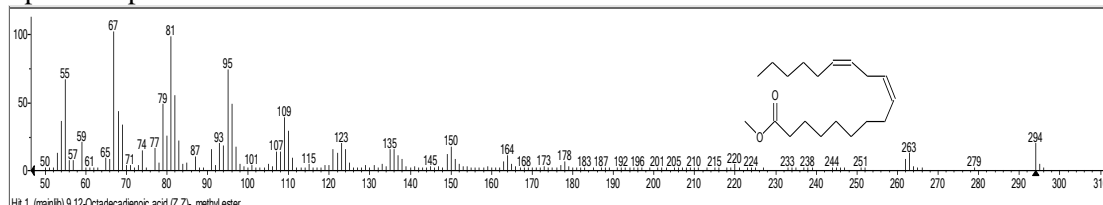
Contributor: O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANADA



Name: Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester **Contributor:** R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA

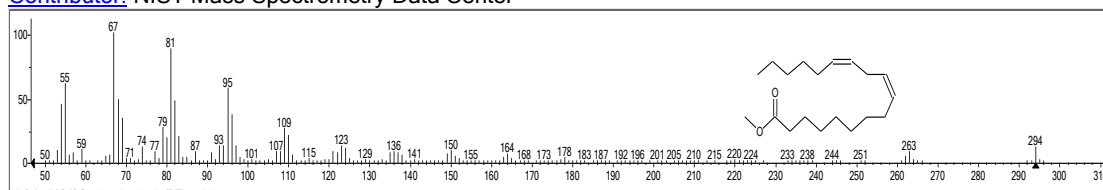
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 9

Spectrum pada RT = 20.686 menit



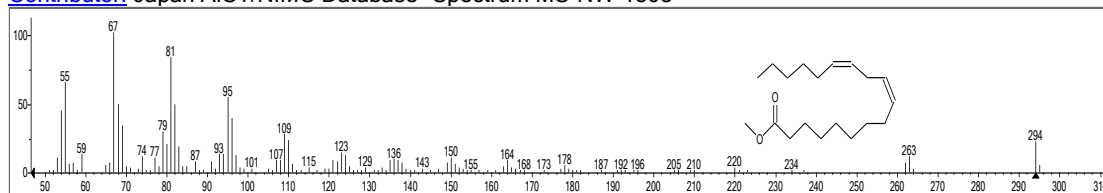
Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



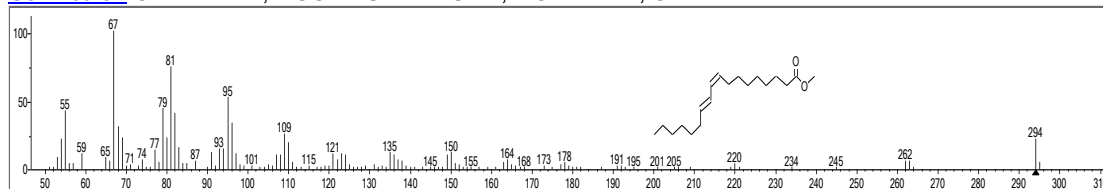
Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester

Contributor: Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-1508



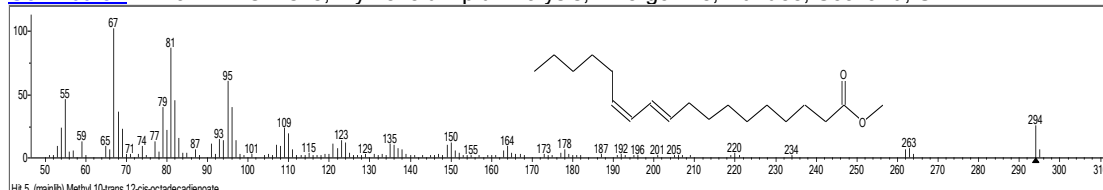
Name: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester

Contributor: O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL, CANADA



Name: Methyl 9-cis,11-trans-octadecadienoate

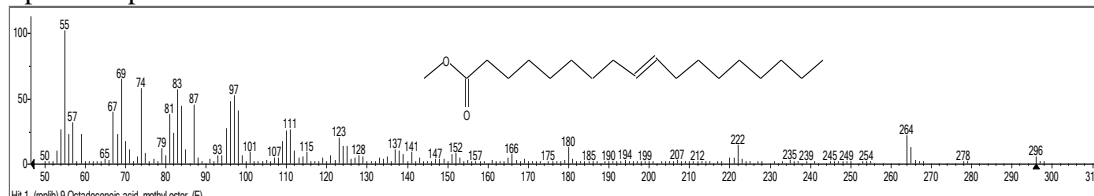
Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK



Name: Methyl 10-trans,12-cis-octadecadienoate **Contributor:** William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK

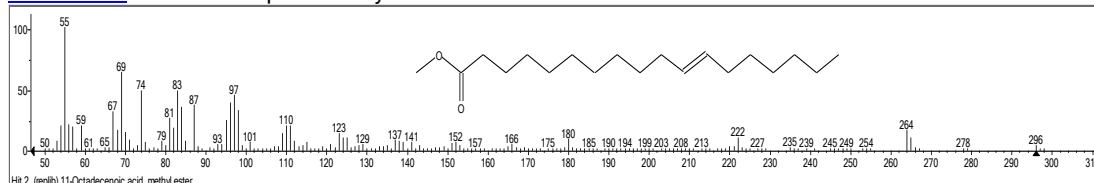
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 9

Spectrum pada RT = 20.746 menit



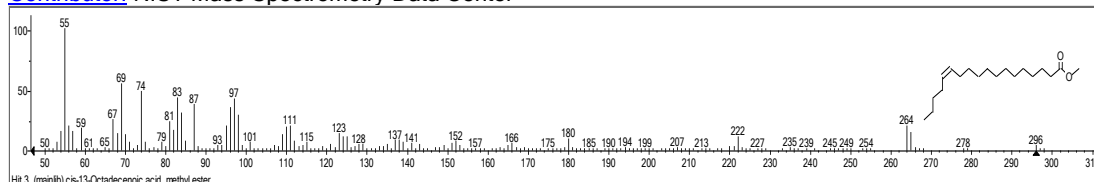
Name: 9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)-

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



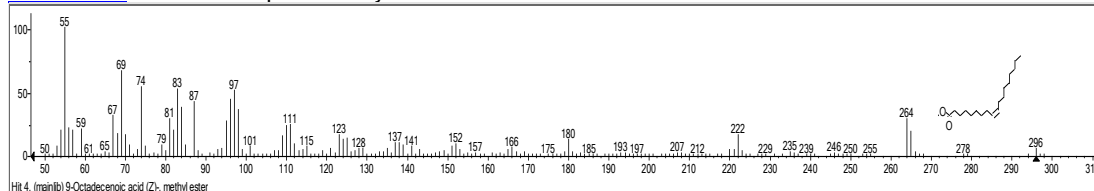
Name: 11-Octadecenoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



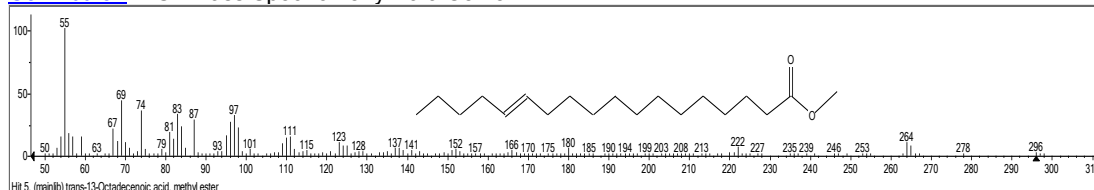
Name: cis-13-Octadecenoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



Name: 9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester

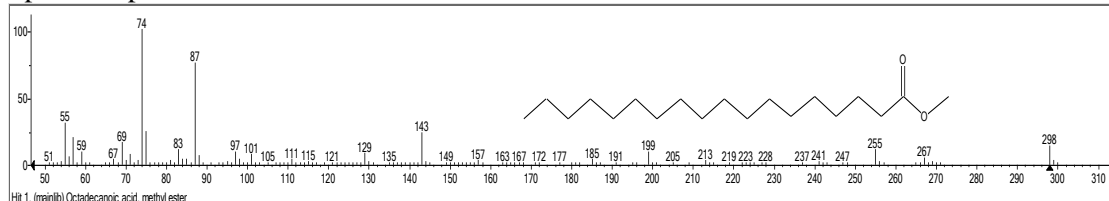
Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center



Name: trans-13-Octadecenoic acid, methyl ester **Contributor:** NIST Mass Spectrometry Data Center

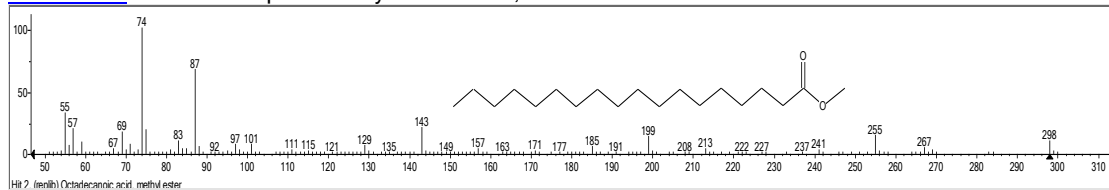
SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 9

Spectrum pada RT = 20.936 menit



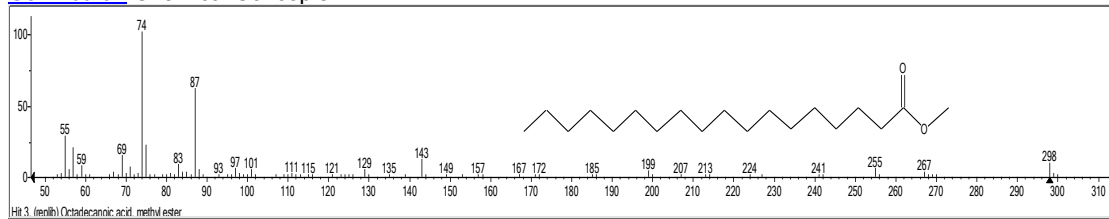
Name: Octadecanoic acid, methyl ester

Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center, 1998.



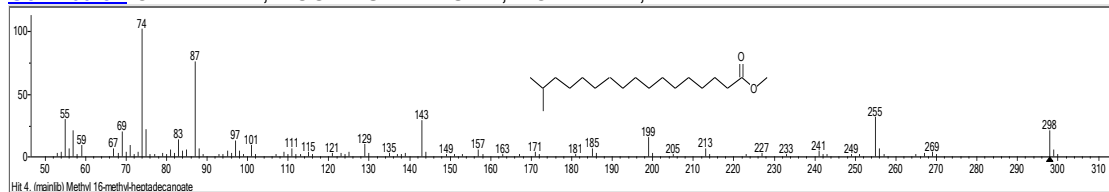
Name: Octadecanoic acid, methyl ester

Contributor: Chemical Concepts



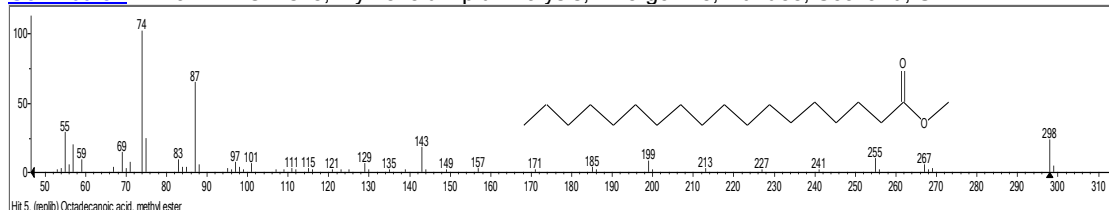
Name: Octadecanoic acid, methyl ester

Contributor: O A MAMER, MCGILL UNIVERSITY, MONTREAL,



Name: Methyl 16-methyl-heptadecanoate

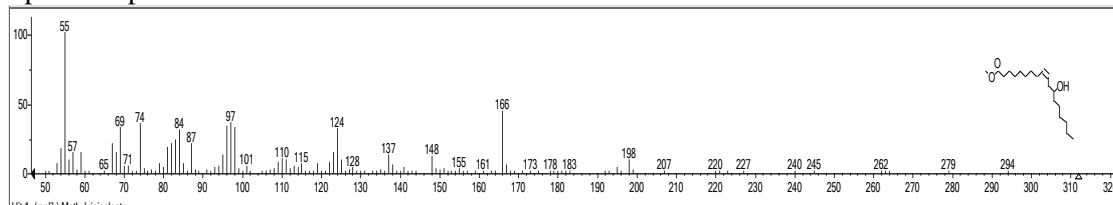
Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK



Name: Octadecanoic acid, methyl ester **Contributor:** VERIFINN

SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS BIODIESEL MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis*) Rasio 1: 9

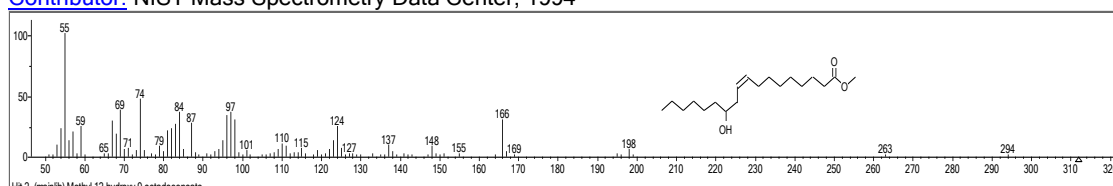
Spectrum pada RT = 22.832 menit



Hit 1. (realib) Methyl ricinoleate

Name: Methyl ricinoleate

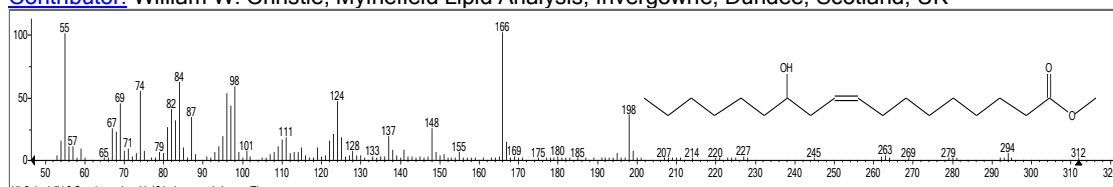
Contributor: NIST Mass Spectrometry Data Center, 1994



Hit 7. (realib) Methyl 12-hydroxy-9-octadecenoate

Name: Methyl 12-hydroxy-9-octadecenoate

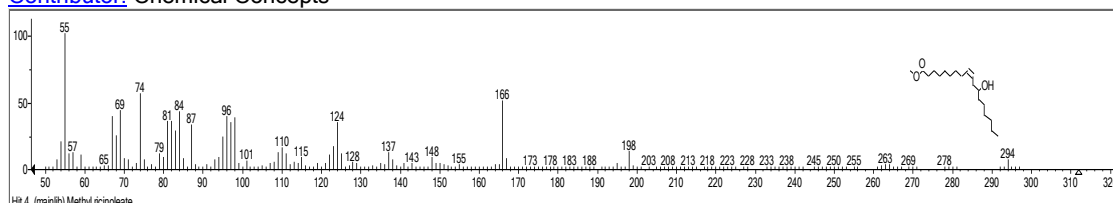
Contributor: William W. Christie, Mylnefield Lipid Analysis, Invergowrie, Dundee, Scotland, UK



Hit 3. (realib) 9-Octadecenoic acid, 12-hydroxy-, methyl ester, (Z)-

Name: 9-Octadecenoic acid, 12-hydroxy-, methyl ester, (Z)-

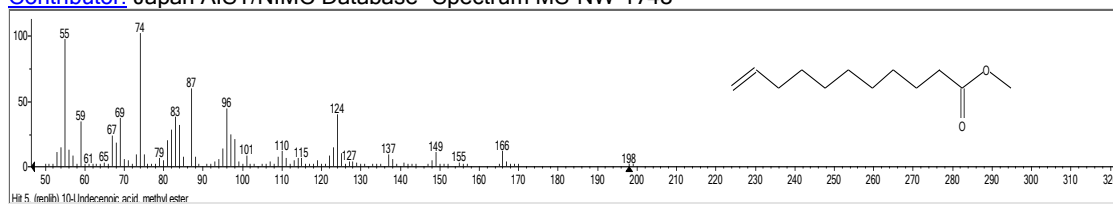
Contributor: Chemical Concepts



Hit 4. (realib) Methyl ricinoleate

Name: Methyl ricinoleate

Contributor: Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-1748



Hit 5. (realib) 10-Undecenoic acid, methyl ester

Name: 10-Undecenoic acid, methyl ester **Contributor:** NIST Mass Spectrometry Data Center