



**PEMUNGUTAN GERANIOL DARI SEREH WANGI  
MELALUI DESTILASI BERTINGKAT DAN  
APLIKASINYA SEBAGAI *BIO-ADITIVE GASOLINE***

**TUGAS AKHIR**

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

**oleh**

**Nur Nalindra Putra  
5511311014**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2014**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Nur Nalindra Putra

NIM : 5511311014

### Tugas Akhir

Judul : **Pemungutan Geraniol Dari Sereh Wangi Melalui Destilasi Bertingkat dan Aplikasinya Sebagai *Bio-Aditive Gasoline***

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

Pembimbing



Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.

NIP. 197310172000032001

## PENGESAHAN KELULUSAN

Tugas Akhir

Judul : **Pemungutan Geraniol Dari Sereh Wangi Melalui Destilasi Bertingkat dan Aplikasinya Sebagai *Bio-Aditive Gasoline***

oleh : Nur Nalindra Putra

NIM : 5511311014

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

Hari : Rabu


Tanggal : 20 Agustus 2014

  
Dekan Fakultas Teknik,  
Muhammad Harlanu, M. Pd.  
NIP. 196602151991021001


Ketua Prodi Teknik Kimia DIII,

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

Penguji

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

Pembimbing

  
Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.  
NIP. 197310172000032001

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Kang Kongkon Hyo Kang Nglakoni
2. Berhati-hatilah akan pikiranmu karena mereka akan menjadi perkataanmu, Berhati-hatilah dengan kata-katamu karena mereka akan menjadi tindakan, berhati-hatilah dengan tindakanmu karena mereka akan menjadi kebiasaan, jagalah kebiasaanmu karena mereka akan membentuk karaktermu, jaga karaktermu karena akan membentuk nasibmu, dan nasibmu adalah hidupmu

### **PERSEMBAHAN**

1. Allah SWT.
2. Ayah dan ibu.
3. Dosen-dosenku.
4. Sahabat-sahabatku.
5. Randublatung basket club
6. Almamaterku.

## INTISARI

Nalindra Putra, Nur. 2014. *pemungutan geraniol dari sereh wangi melalui destilasi bertingkat dan aplikasinya sebagai bio-aditive gasoline*. Tugas Akhir, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.  
Pembimbing Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.

Sereh wangi merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang ada di Indonesia. Pemungutan minyak sereh wangi dilakukan dengan metode destilasi uap. Menghasilkan rendemen minyak atsiri sebesar 0,76%. Minyak sereh wangi hasil penyulingan memiliki kadar geraniol yang rendah 5,36%. Untuk meningkatkan geraniol pada minyak sereh wangi dilakukan isolasi dengan metode destilasi vakum. Minyak sereh wangi hasil penyulingan didestilasi vakum pada suhu 110°C dan 120°C. Pada isolasi dengan menggunakan suhu 120°C didapatkan kadar geraniol meningkat hingga 21,78%. Minyak sereh wangi hasil isolasi digunakan sebagai bio-aditive pada bensin guna meningkatkan performa dan efisiensi mesin. Minyak sereh wangi ditambahkan pada bensin dengan berbagai variasi perbandingan 1000:0,5; 1000:1; 1000:1,5; 1000:2. Pengujian performa dilakukan pada kendaraan bermotor. Penambahan minyak sereh wangi dengan perbandingan 1000:2 mampu meningkatkan power dari 7,8HP menjadi 8,6HP. Pada pengujian efisiensi, penambahan minyak sereh wangi dengan perbandingan 1000:2 dapat meningkatkan efisiensi mesin. Pada bensin tanpa penambahan minyak sereh wangi mesin mampu berjalan 101detik/10ml, setelah ditambahkan minyak sereh wangi dengan perbandingan 1000:2 mesin mampu berjalan 111,9/10ml.

Kata kunci: minyak sereh wangi, isolasi, geraniol

## PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas rahmat, taufik, dan hidayahNya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul, **“Pemungutan Geraniol Dari Sereh Wangi Melalui Destilasi Bertingkat dan Aplikasinya Sebagai *Bio-Aditive Gasoline*”**.

Tugas akhir ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknik Kimia DIII Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari bahwa selesainya tugas ini adalah karena adanya dorongan, bantuan, dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Prima Astuti Handayani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Kimia.
3. Dr. Widi Astuti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan penyusunan Tugas Akhir.
4. Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas S. T., M. T. selaku dosen penguji yang menguji dan memberikan masukan dalam menyempurnakan Tugas akhir
5. Bapak, Ibu dan keluargaku terima kasih atas curahan kasih sayang dan perhatiannya dalam mendidik dan membesarkanku serta doa yang selalu menyertaiku.
6. Semua pihak yang telah mendukung dan membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua dan bagi perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, dan semoga Allah SWT membalas dengan imbalan yang setimpal bagi pihak-pihak yang telah membantu berupa apapun, baik materi maupun doa.

Semarang, agustus 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Sereh Wangi.....	4
2.1.1 Pengertian Sereh Wangi.....	4
2.1.2 Kegunaan Sereh Wangi.....	5
2.2 Minyak Sereh Wangi .....	5
2.2.1 Sejarah dan Perkembangan Minyak Sereh.....	5
2.2.2 Komposisi Kimia Minyak Sereh Wangi .....	6
2.3 Standar Mutu Minyak Sereh Wangi .....	7
2.4 Penyulingan.....	8
2.4.1. Penyulingan dengan air (water distillation) .....	8
2.4.2. Penyulingan dengan air dan uap (water and steam distillation).....	9
2.4.3. Penyulingan dengan uap (steam distillation) .....	10
2.5 Bahan Bakar .....	10
2.5.1. Sifat Bahan bakar bensin.....	10
2.5.2 Nilai Oktan .....	11
BAB III PROSEDUR KERJA .....	12
3.1 Alat.....	12
3.2 Bahan .....	12
3.3 Rangkaian Alat .....	13
3.4 Cara Kerja .....	13
3.4.1. Pengambilan Minyak sereh wangi dengan Penyulingan uap.....	13
3.4.2. Pemisahan senyawa geraniol dengan destilasi vakum.....	14
3.4.3. Pengukuran performa dan efisiensi dengan variasi perbandingan ..	14

BAB IV PEMBAHASAN.....	15
4.1 Perlakuan Bahan.....	15
4.2 Pemungutan Minyak Sereh Wangi.....	15
4.2.1 Pengaruh waktu terhadap proses penyulingan .....	16
4.2.2 Pengaruh suhu pada proses isolasi geraniol .....	18
4.3 Aplikasi minyak sereh wangi sebagai aditif pada bensin .....	20
4.3.1 Uji performa .....	21
4.3.2 Uji efisiensi .....	22
 BAB V PENUTUP .....	 24
5.1 Kesimpulan.....	24
5.2 Saran .....	25
 DAFTAR PUSTAKA .....	 26
LAMPIRAN .....	27



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Susunan Kimia Minyak Sereh Wangi .....	6
Tabel 2.2 Standar Mutu Minyak Sereh Wangi di Indonesia.....	8

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rumus Bangun Geraniol.....	7
Gambar 2.2 Rumus Bangun Sitronellol.....	7
Gambar 2.6 Rumus Bangun Sitronellal.....	7
Gambar 3.1 Seperangkat Alat penyulingan uap.....	13
Gambar 4.1 alat penyulingan uap.....	15
Gambar 4.2 Rendemen minyak sereh wangi.....	17
Gambar 4.3 Hasil uji GC-MS minyak sereh wangi.....	17
Gambar 4.4 analisa cromatogram peak minyak sereh wangi suhu 110 °c.....	19
Gambar 4.5 Analisa cromatogram peak minyak sereh wangi suhu 120 °c.....	20
Gambar 4.6 Grafik perbandingan power .....	21
Gambar 4.7 grafik uji efisiensi per 10 ml bahan bakar.....	22

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 diagram alir penyulingan uap minyak sereh wangi.....	27
Lampiran 2 isolasi geraniol minyak sereh wangi.....	28
Lampiran 3 data pengamatan .....	29
Lampiran 4 uji GC-MS minyak sereh wangi .....	30
Lampiran 5 uji GC-MS minyak sereh wangi hasil isolasi pada suhu 110°C.....	35
Lampiran 6 uji GC-MS minyak sereh wangi hasil isolasi pada suhu 120°C.....	40
Lampiran 7 uji performa .....	45
Lampiran 8 uji konsumsi bahan bakar .....	50

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di era industrialisasi, bahan bakar minyak mempunyai fungsi yang sangat penting dalam mendukung pengembangan nasional di sektor industri dan transportasi. Di sektor transportasi, fenomena persaingan negara-negara produsen seperti Jepang dan Eropa dalam teknologi transportasi. Jepang menawarkan teknologi *fuel-cell* atau *mobil hybrid*, sedangkan Eropa memilih teknologi mesin dengan kelebihan hemat bahan bakar dan harganya murah, namun memiliki kelemahan yaitu gas yang dikeluarkan akibat pembakaran emisi bahan bakar mengandung beberapa konstituen berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Diantaranya adalah emisi dari materi partikulat, CO, hidrokarbon, NO<sub>x</sub>, dan SO<sub>2</sub> (Kadarohman,2010).

Untuk mengatasi permasalahan emisi akibat pembakaran bahan bakar pada mesin seharusnya digunakan bahan bakar dengan octane number yang tinggi (Sudrajad A,2005). octane number dapat meningkat apabila proses pembakaran bahan bakar pada kendaraan bermesin lebih optimal. Peningkatan mutu bahan bakar dipengaruhi oleh dua hal, yaitu parameter bahan bakar yang baik dan ketersediaan oksigen yang cukup. Parameter yang mempengaruhi kinerja bahan bakar adalah kerapatan, kekentalan, titik anilin, dan indeks yang dimiliki oleh bahan bakar tersebut.

Alternatif untuk meningkatkan efisiensi pembakaran bahan bakar dan mengurangi pencemaran adalah mereformulasikan bahan bakar dengan zat aditif yang berfungsi untuk memperkaya kandungan oksigen dalam bahan bakar. Bahan aditif yaitu suatu bahan yang ditambahkan ke dalam bahan bakar minyak yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja pembakaran atau menyempurnakan pembakaran dalam ruang bakar mesin, sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi lebih besar, dan volume penggunaan bahan bakar minyak lebih sedikit setiap

jarak. Zat aditif terdiri dari dua macam, yaitu aditif sintetis (aditif buatan) dan bioaditif (berasal dari tumbuhan). Telah banyak penelitian dalam mereformulasi bahan bakar ini. Terobosan yang paling terbaru dalam pemilihan aditif pada bahan bakar adalah aditif organik yang berasal dari tumbuhan alam. Indonesia merupakan produsen utama minyak essential, seperti minyak sereh wangi (Citronella Oil).

Indonesia merupakan Negara yang kaya akan keanekaragaman hayati. Hal tersebut menjadikan Indonesia memiliki berbagai jenis tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat minyak atsiri. Saat ini perkembangan minyak atsiri mendapat perhatian yang cukup besar dari pemerintah Indonesia. Dari berbagai jenis tanaman atsiri yang dimiliki Indonesia, salah satu tanaman atsiri di Indonesia yang potensial untuk dikembangkan adalah sereh. Dalam dunia perdagangan dikenal 2 jenis minyak sereh wangi yaitu tipe srilanka dan tipe jawa. Tipe srilanka disebut lenabatu yang berasal dari tanaman *Cymbogon nardus* Rendle. Tipe jawa disebut mahapengiri, berasal dari *Cymbopogon Winterianus* Jowitt atau Java Citronella. Minyak sereh wangi banyak digunakan dalam industri kimia karena kandungan sitronelal dan geraniolnya yang tinggi. Minyak sereh juga berkembang menjadi bahan baku pembuatan aditif bahan bakar pembuatan bahan bakar minyak (Sriyadi,2012).

Minyak atsiri dapat larut dalam bensin dan hasil analisis terhadap komponen penyusunnya banyak mengandung atom oksigen (Kadarohman,2010), yang diharapkan sifat oksigenat dari minyak sereh wangi dapat meningkatkan pembakaran bahan bakar dalam mesin. Berdasarkan uraian di atas penting untuk diteliti mengenai karakterisasi dari minyak sereh wangi (Citronella Oil) serta kinerjanya terhadap kinerja mesin yang menggunakan bahan bakar bensin.

Cara ekstraksi sereh wangi ada beberapa cara pertama dengan destilasi uap, maserasi mekanik, dan ekstraksi menggunakan microwave. Dari berbagai metode tersebut memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing.

Diantara metode tersebut, destilasi uap dipakai karena efisien dalam energi serta mampu beroperasi dalam skala besar. Jadi minyak yang dihasilkan juga banyak sehingga dapat efisien dalam energi dan waktu.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Berapakah yield minyak sereh wangi yang didapat dari destilasi bertingkat?
- b. Berapakah kadar geraniol yang dihasilkan dari pemungutan sereh mahapengiri dengan metode destilasi bertingkat?
- c. Bagaimanakah performa yang dihasilkan pada mesin setelah penambahan bioaditif?
- d. Bagaimanakah efisiensi mesin yang dihasilkan setelah penambahan bioaditif?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini, antara lain:

- a. Mengetahui kadar minyak atsiri pada sereh mahapengiri,
- b. Mengetahui kadar geraniol dari sereh mahapengiri,
- c. Mengetahui performa mesin sebelum dan setelah penambahan bioaditif,
- d. Mengetahui efisiensi mesin sebelum dan setelah penambahan bioaditif.

## 1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diberikan dari tugas akhir ini, antara lain:

- a. Memanfaatkan *citronella oil* yang didapat dari sereh mahapengiri sebagai bioaditif pada bahan bakar bensin,
- b. Memberikan alternatif pengurangan emisi bahan bakar,
- c. Mengurangi pencemaran lingkungan.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Tanaman Sereh Wangi

##### 2.1.1 Pengertian Sereh Wangi

Di Indonesia secara umum tanaman sereh dapat digolongkan menjadi dua golongan yaitu: sereh lemon atau sereh bambu (*Cymbopogon citratus*) dan sereh wangi atau sereh sitronella (*Cymbopogon nardus*). Umumnya kita tidak membedakan nama sereh wangi maupun sereh lemon, meskipun kedua jenis ini mudah dibedakan (Harris dalam Ginting, 2004). Dari segi komponen kimianya, minyak sereh wangi dan minyak sereh dapur memiliki komponen utama yang berbeda. Sereh wangi kandungan utamanya sitronellal, sedangkan sereh dapur adalah sitral.

Tanaman sereh wangi yang diusahakan di Indonesia ada dua jenis, yaitu:

- a. *Cymbopogon nardus* Rendle, “lenabatu” (*Andropogon nardus Ceylon de Jon*). Jenis lenabatu menghasilkan minyak dengan kadar sitronellal dan geraniol rendah.
- b. *Cymbopogon winterianus* Jowwit, “mahapengiri” (*Andropogon nardus Java de Jong*). Jenis mahapengiri mempunyai ciri-ciri daunnya lebih luas dan pendek, disamping itu menghasilkan minyak dengan kadar sitronellal dan geraniol yang tinggi.

Rendemen minyak yang dihasilkan dari daun sereh tergantung dari bermacam-macam factor, antara lain: iklim, kesuburan tanah, umur tanaman dan cara penyulingan. Menurut De Jong rendemen minyak dari daun segar sekitar 0,5-1,2% dan rendemen minyak di musim kemarau lebih tinggi dari pada di musim hujan (Ketaren dalam Utomo, 2009).

### 2.1.2 Kegunaan Sereh Wangi

Sereh banyak digunakan dalam masakan Melayu, Indonesia dan Thailand. Selain daunnya, sereh juga dapat diambil minyaknya yang dapat digunakan sebagai pewangi sabun mandi atau parfum yang lebih kita kenal sebagai minyak wangi. Bagian-bagian dari tumbuhan tanaman sereh wangi yang berguna serta kegunaannya, yaitu:

- a. Daun
  - 1) Mencuci bau hanyir pada daging
  - 2) Air rebusan daun sereh dapat digunakan untuk untuk air mandian
- b. Akar dan Batang
  - 1) Mengobati masalah sakit perut
  - 2) Membantu mengimbangkan hormon
  - 3) Membantu meringankan keracunan

## 2.2 Minyak Sereh Wangi

### 2.2.1 Sejarah dan Perkembangan Minyak Sereh

Sereh wangi di Indonesia ada dua jenis yaitu jenis mahapengiri dan jenis lenabatu. Mahapengiri dapat dikenal dari bentuk daunnya yang lebih pendek dan lebih luas daripada lenabatu. Dengan destilasi jenis ini menghasilkan minyak lebih tinggi daripada lenabatu, juga kualitasnya lebih baik, artinya kandungan geraniol dan sitronellal lebih tinggi daripada lenabatu. Demikian pula mahapengiri memerlukan tanah yang subur, hujan yang lebih banyak, pemeliharaan yang lebih baik daripada lenabatu (Ketaren dan Djatmiko dalam Ginting, 2004).

Catatan pertama di Eropa mengenai minyak sereh ditulis oleh Nicholas Grimm, yaitu seorang tabib tentara yang belajar obat-obatan di Colombo pada akhir abad 17. Grimm menamakan rumput yang menghasilkan minyak tersebut *Arundo Indica Odorata*. Pengiriman dari "*Olium Siree*" yang pertama sampai di Eropa adalah pada awal abad 18, pada waktu itu minyak tersebut kelihatannya hanya sedikit diekspor. Pada tahun 1851 dan 1855 sedikit contoh minyak sereh diperlihatkan di "*World fairs*" yang diadakan di London dan Paris. Kemudian minyak ini dikenal di Eropa dan kegunaannya semakin berkembang yaitu untuk



wangi-wangian sabun dan sebagai bahan dasar dalam industri wangi-wangian (Ketaren dalam Ginting, 2004).

### 2.2.2 Komposisi Kimia Minyak Sereh Wangi

Komponen kimia dalam minyak sereh wangi cukup kompleks, namun komponen yang terpenting adalah geraniol dan sitronellal. Kedua komponen tersebut menentukan intensitas bau, harum, serta nilai harga minyak sereh wangi. Kadar komponen penyusun utama minyak sereh wangi tidak tetap, dan tergantung beberapa faktor. Biasanya kadar geraniol tinggi maka kadar sitronellal juga tinggi (Harris dalam Ginting, 2004).

Komposisi minyak sereh wangi ada yang terdiri dari beberapa komponen, ada yang mempunyai 30-40 komponen, yang isinya antara lain alkohol, hidrokarbon, ester, aldehyd, keton, lakton, terpene, dan sebagainya.

Tabel 2.1 Susunan Kimia Minyak Sereh Wangi

Senyawa Penyusun	Kadar (%)
Sitronellal	32-45
Geraniol	12-18
Sitronellol	12-15
Geraniol asetat	3-8
Sitronellil asetat	2-4
l-limonene	2-5,5
Elemol & seskwiterpenene lain - elemene dan - cadinene	2-5
Seskwiterpene yang terdiri dari: eugenol, metal eupenol, isopulegol, nerol, linalool, sitral, metal heptenon, myrcene dan pinene	2-5

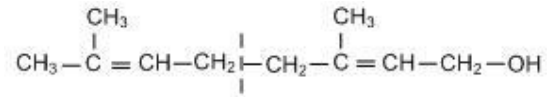
(Sumber: Ketaren, 1985)

Komponen utama penyusun minyak sereh wangi adalah sebagai berikut:

a. Geraniol ( $C_{10}H_{18}O$ )

Geraniol merupakan penyusun utama minyak sereh. Pada suhu kamar berupa cairan tidak berwarna (kuning pucat seperti minyak) dan berbau menyenangkan. Tidak larut dalam air dan dapat larut dalam pelarut

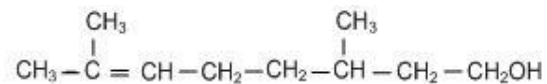
organik. Geraniol merupakan persenyawaan yang terdiri dari 2 molekul isoprene dan 1 molekul air, dengan rumus bangun sebagai berikut:



Gambar 2.1 Rumus Bangun Geraniol

b. Sitronellol ( $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$ )

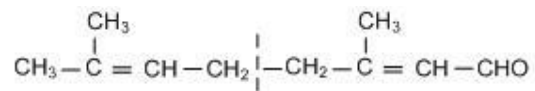
Sitronellol terdapat dalam minyak mawar dan minyak sereh. Pada suhu kamar berbentuk cairan tidak berwarna dan berbau rose, dapat larut dalam alkohol dan eter, tetapi sedikit larut dalam air. Memiliki rumus bangun seperti berikut:



Gambar 2.2 Rumus Bangun Sitronellol

c. Sitronellal ( $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ )

Persenyawaan sitronellal banyak terdapat pada minyak sereh, *lemon grass*, dan mawar. Pada suhu kamar sitronellal berupa cairan berwarna kekuningan dan mudah menguap, bersifat sedikit larut dalam air dan dapat larut dalam alkohol dan ester. Berbau menyenangkan dan digunakan untuk parfum dalam sabun. Memiliki rumus bangun seperti berikut:



Gambar 2.6 Rumus Bangun Sitronellal

### 2.3 Standar Mutu Minyak Sereh Wangi

Penyebab bau utama yang menyenangkan pada minyak sereh wangi adalah sitronellal yang merupakan bahan dasar untuk parfum oleh karena itu minyak sereh dengan kadar sitronellal tinggi lebih digemari. Jenis minyak yang demikian akan diperoleh dari fraksi pertama penyulingan. Khususnya di Indonesia, minyak sereh wangi yang diperdagangkan diperoleh dengan cara

penyulingan daun tanaman *Cymbopogon nardus*. Minyak sereh wangi Indonesia digolongkan dalam satu jenis mutu utama dengan nama “*Java Citronella Oil*” (Ketaren dalam Utomo, 2009).

Standar mutu minyak sereh wangi untuk kualitas ekspor dapat dianalisis menurut kriteria fisik yaitu berdasarkan: warna, bobot jenis, indeks bias, ataupun secara kimia berdasarkan total geraniol dan total sitronellal (Kapoor dan Krishan dalam Utomo, 2009).

Tabel 2.2 Standar Mutu Minyak Sereh Wangi di Indonesia

Karakteristik	Persyaratan
Warna	kuning pucat - kuning kecoklatan
Bobot Jenis 25°C/25°C	0,850 - 0,892
Indeks Bias 25°C	1,454 - 1,475
Geraniol Total (b/b)	Min. 85%
Sitronellal (b/b)	Min. 35%
Kelarutan dalam etanol 80%	1:2 jernih, seterusnya jernih
Zat-zat asing :	
Lemak	Negatif
Alkohol Tambahan	Negatif
Minyak Pelikan	Negatif

(Sumber: Ketaren, 1985)

## 2.4 Penyulingan

Distilasi atau penyulingan merupakan metode pemisahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu. Metode ini merupakan jenis operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya (Geankoplis, 1993).

Dalam perkembangan pengolahan minyak atsiri, dikenal 3 macam metode penyulingan.

### 2.4.1. Penyulingan dengan air (water distillation)

Metode penyulingan dengan air merupakan metode paling mudah dibandingkan dengan metode yang lain. Pada metode ini, bahan tanaman

dimasukkan dalam ketel suling yang sudah diisi air. Dengan demikian bahan akan bercampur dengan air. Perbandingan air dan bahan baku harus seimbang. Bahan baku yang sudah disiapkan dimasukkan dan dipadatkan. Selanjutnya, ketel ditutup rapat agar tidak ada celah untuk uap keluar.

Uap yang dihasilkan oleh perebusan air dan bahan dialirkan melalui pipa menuju ketel kondensator yang mengandung air dingin sehingga terjadi pengembunan (kondensasi). Selanjutnya air dan minyak ditampung dalam tangki pemisah. Pemisahan air dan minyak ini berdasarkan perbedaan berat jenis.

Metode penyulingan ini baik untuk penyulingan bahan yang berbentuk tepung dan bunga-bunga yang mudah membentuk gumpalan jika terkena panas tinggi. Namun karena dicampur menjadi satu, waktu penyulingan menjadi lama. Selain jumlah dan mutu minyak yang dihasilkan sedikit, metode penyulingan ini juga tidak baik dipergunakan untuk bahan fraksi sabun dan bahan yang larut dalam air. Jika tidak diawasi, bahan yang akan disuling dapat hangus karena suhu pemanasan yang tinggi.

#### 2.4.2. Penyulingan dengan air dan uap (water and steam distillation)

Metode ini juga disebut dengan sistim kukus. Pada metode pengukusan ini bahan diletakkan pada piringan besi berlubang seperti ayakan yang terletak beberapa centi diatas permukaan air.

Pada prinsipnya, metode ini menggunakan uap bertekanan rendah. Dibandingkan dengan cara pertama (water distillation) perbedaanya hanya terletak pada pemisahan bahan dan air. Namun penempatan keduanya masih dalam satu ketel. Air dimasukkan kedalam ketel hingga 1/3 bagian. Lalu bahan dimasukkan kedalam ketel sampai padat dan tutup rapat.

Saat direbus dan air mendidih, uap yang terbentuk akan melalui sarangan lewat lubang-lubang kecil dan melewati celah-celah bahan. Minyak atsiri yang terdapat pada bahan pun ikut bersama uap panas tersebut melalui pipa menuju ketel kondensator. Kemudian, uap air dan minyak akan mengembun dan ditampung dalam tangki pemisah. Pemisahan dilakukan berdasarkan berat jenis.

Keuntungan dari metode ini adalah uap yang masuk terjadi secara merata kedalam jaringan bahan dan suhu dapat dipertahankan sampai 100°C. bila dibandingkan dengan penyulingan air, rendemen minyak lebih besar, mutunya lebih baik dan waktu yang digunakan lebih singkat.

#### 2.4.3. Penyulingan dengan uap (steam distillation)

Sistim penyulingan ini menggunakan tekanan uap yang tinggi. Uap air yang dihasilkan tekanannya lebih tinggi daripada tekanan udara luar. Air sebagai sumber uap panas terdapat dalam “boiler” letaknya terpisah dari ketel penyulingan. Proses penyulingan uap cocok dilakukan untuk bahan tanaman seperti kayu, kulit batang maupun biji-bijian yang relatif keras.

Mula-mula penyulingan ini dipergunakan tekanan uap yang rendah (kurang lebih 1 atm), kemudian lambat laun tekanan menjadi 3 atm. Jika pada awal penyulingan tekanannya sudah tinggi, maka komponen kimia dalam minyak akan mengalami dekomposisi. Jika minyak dalam bahan diperkirakan sudah habis, maka tekanan uap perlu diperbesar lagi dengan tujuan menyuling komponen kimia yang bertitik didih lebih tinggi.

## 2.5 Bahan Bakar

Bahan bakar yaitu bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran dengan sendirinya, disertai pengeluaran kalor.

Ada beberapa bahan bakar yang digunakan pada kendaraan. Beberapa diantaranya berisikan racun dan zat kimia yang mudah terbakar, dan ini harus ditangani dengan berhati-hati. Gunakan tipe bahan bakar yang sesuai agar tidak terjadi kesalahan, karna ini dapat menyebabkan kerusakan bekerjanya komponen.

### 2.5.1. Sifat Bahan bakar bensin

Bensin mengandung hydrocarbon hasil sulingan dari produksi minyak mentah. Bensin mengandung gas yang mudah terbakar, pada umumnya bahan bakar ini digunakan untuk mesin dengan pengapian busi. Sifat yang dimiliki bensin sebagai berikut:

- Mudah menguap pada temperature normal
- Tidak berwarna, tembus pandang dan berbau
- Mempunyai titik nyala rendah (-10° sampai -15°C)
- Mempunyai berat jenis yang rendah (0,60-0,78)
- Dapat melarutkan oli dan karet
- Menghasilkan jumlah panas yang besar (9,500-10,500 kcal/kg)
- Sedikit meninggalkan karbon setelah dibakar

Mesin bensin saat ini menggunakan bensin dengan komposisi yang seimbang untuk memperoleh kemampuan yang optimal pada berbagai tingkat kecepatan.

#### 2.5.2 Nilai Oktan

Nilai Oktan (Octane Number) adalah nilai yang mempengaruhi bahan bakar bensin terhadap anti-knock. bensin dengan nilai oktan tinggi akan menghasilkan engine knocking yang lebih rendah dibanding dengan nilai oktan yang rendah.

Ada dua cara yang digunakan untuk mengukur nilai oktan: Research method dan motor method.

Research method adalah yang paling umum digunakan dan spesifikasi nilai oktannya dengan metode ini ditetapkan dengan istilah RON (Research Octane Number).

Bensin dengan nilai oktan 90 umumnya disebut bensin biasa dan yang nilai oktanya lebih dari 95 disebut oktan tinggi atau super atau yang kita sebut pertamax. Mesin yang mempunyai perbandingan kompresi yang tinggi memerlukan bahan bakar bensin yang mempunyai nilai oktan yang tinggi untuk menghilangkan knocking dan menghasilkan putaran yang lembut. Ada sedikit kerugian menggunakan bensin beroktan tinggi pada mesin biasa yang mempunyai perbandingan kompresi rendah.

## **BAB III**

### **PROSEDUR KERJA**

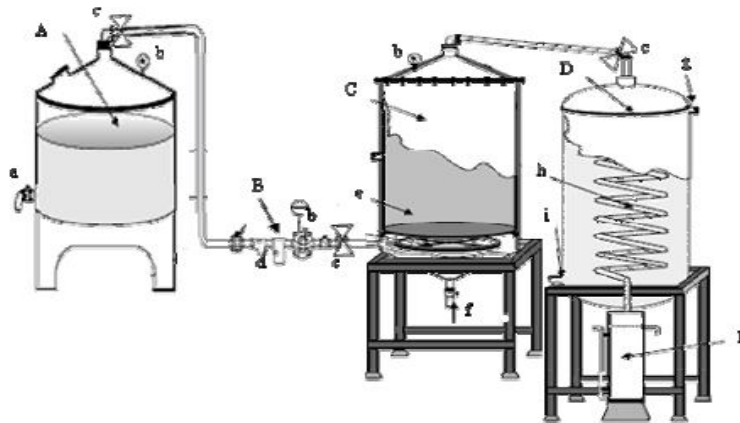
#### **3.1 Alat**

- a. *Boiler*
- b. Ketel suling
- c. Kondensor
- d. Seperangkat alat destilasi vakum
- e. Pompa vakum
- f. Pompa
- g. Selang
- h. Hot plate
- i. Beaker glass 100 ml
- j. Beaker glass 1000 ml
- k. Pemisah minyak
- l. Corong pisah
- m. Gelas ukur 10 mL
- n. Beaker glass 250 ml (5 buah)
- o. Pipet ukur 1 ml
- p. Ball filler

#### **3.2 Bahan**

- a. Sereh wangi 15 kg
- b. Air
- c. LPG

### 3.3 Rangkaian Alat



Keterangan :

A = Boiler; B = *pressure reducing valve* (PRV); C = Ketel suling;  
 D = Kondensor; E = Separator;  
 a = air boiler keluar; b = indikator tekanan; c = *valve* ; d = *strainer* ;  
 e = bahan; f = air ketel keluar; g = air masuk kondensor;  
 h = spiral kondensor; i = air keluar kondensor

Gambar 3.1 Seperangkat Alat penyulingan uap

### 3.4 Cara Kerja

#### 3.4.1. Pengambilan Minyak sereh wangi dengan Penyulingan uap

1. Sereh wangi 5 kg disusun dalam ketel suling
2. Ketel suling ditutup dan dikencangkan baut-bautnya agar tidak terjadi kebocoran uap
3. Pipa pada bagian atas ketel suling disambung dengan pipa kondensor
4. Kondensor diisi dengan air kran hingga batas pengisian maksimal
5. Boiler diisi air dan dipanaskan menggunakan kompor gas
6. *Steam* dialirkan menuju ketel suling dengan cara membuka *valve* boiler secara maksimal
7. Penyulingan dilakukan selama waktu tertentu (2 jam, 3 jam) terhitung sejak kondensat pertama menetes pada penampung minyak (*receiver*)



8. Setelah proses penyulingan selesai, minyak sereh wangi pada penampung minyak (*receiver*) dipisahkan dari air dengan prinsip dekantasi

#### 3.4.2. Pemisahan senyawa geraniol dengan destilasi vakum

1. Minyak sereh wangi yang telah dipisahkan dengan air dimasukkan kedalam labu didih sebanyak 19ml
2. Sumbat dipasang pada bagian atas labu didih
3. Kondensor dipasang di pipa pengeluaran pada labu didih
4. Adaptor vakum disambungkan ke pompa vakum
5. Selang air pendingin dipasang pada kondensor
6. Penangas oli dipanaskan menggunakan kompor listrik
7. Suhu uap dikontrol agar tetap  $110^{\circ}\text{C}$ ,  $120^{\circ}\text{C}$
8. Labu didih dimasukkan ke dalam minyak yang dipanaskan di atas hot plate
9. Destilasi dilakukan selama waktu masing-masing variasi suhu 2 jam
10. Kondensat ditempatkan pada beaker glass

#### 3.4.3. Pengukuran performa dan konsumsi bahan bakar dengan variasi perbandingan penambahan minyak sereh wangi

1. Botol 1 liter disiapkan sebanyak 5 buah
2. Masing-masing botol diisi dengan 1000 ml bensin
3. Pada beaker pertama ditambahkan 0.5 ml minyak sereh wangi, 1 ml minyak sereh wangi pada beaker kedua, 1,5 ml minyak sereh wangi pada beaker ketiga, 2 ml minyak sereh wangi pada beaker keempat.
4. Semua campuran diaduk
5. Uji performa dan konsumsi bahan bakar selanjutnya dilakukan pada masing-masing campuran

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Perlakuan Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penyulingan adalah sereh wangi yang tua, hal ini karena kandungan minyak atsirinya lebih banyak dari pada daun sereh wangi yang masih muda. Sebelum didistilasi bahan perlu dikeringkan terlebih dahulu. Pengeringan bahan baku bertujuan untuk mengurangi kadar air pada bahan baku sehingga minyak sereh wangi yang dihasilkan relatif banyak karena kadar airnya yang sedikit. Serta mempermudah dalam proses pemurnian minyak. Bahan kemudian dirajang menggunakan pisau, proses perajangan ini bertujuan agar kelenjar minyak pada bahan baku dapat terbuka sebanyak mungkin sehingga pada proses ekstraksi laju penguapan minyak atsiri dari bahan menjadi cukup cepat. Setelah minyak sereh wangi dirajang, bahan siap untuk disuling.

#### **4.2 Pemungutan Minyak Sereh Wangi**

Pemunguan minyak sereh wangi menggunakan sistem penyulingan uap karena metode ini paling baik digunakan untuk bahan baku batang dan daun seperti sereh wangi.(Ames dan Matthews dalam Ginting, 2004). Proses penyulingan uap dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 alat penyulingan uap

#### **4.2.1 Pengaruh waktu terhadap proses penyulingan**

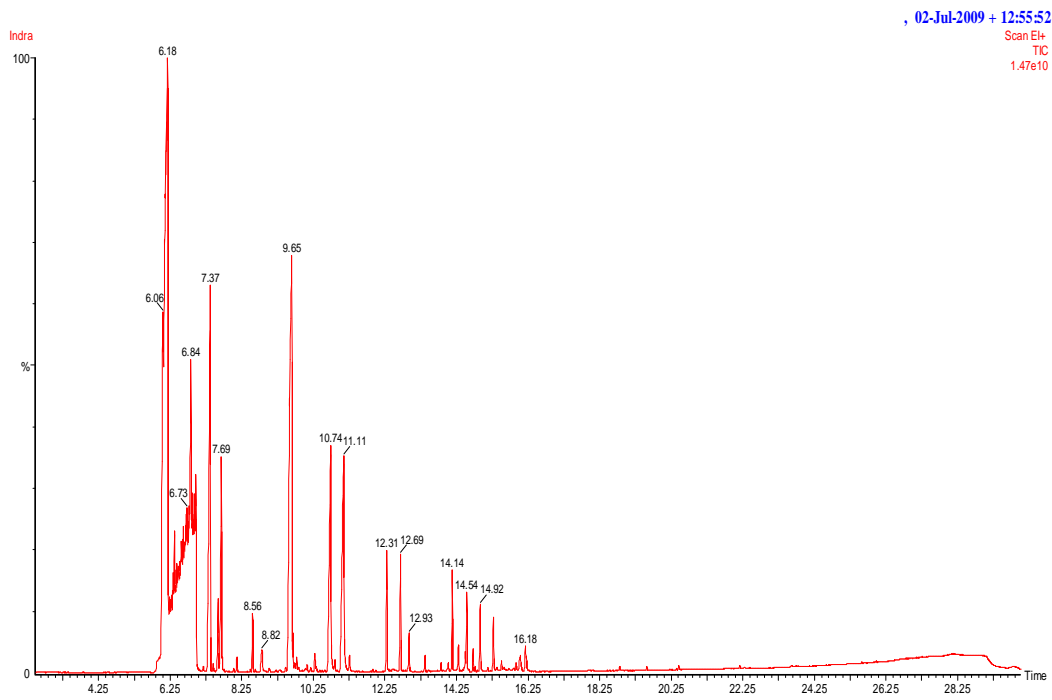
Pada proses penyulingan distilat mulai menetes setelah pemanasan selama 1 jam 14 menit. Kemudian proses penyulingan dilanjutkan selama 2 jam. Uap minyak yang dihasilkan dikondensasi dan minyak hasil kondensasi yang masih bercampur dengan air pada bak penampungan dipisahkan. Minyak sereh wangi memiliki berat jenis lebih ringan dari air, hal ini ditunjukkan minyak sereh wangi dihasilkan berada di permukaan air. Namun pada proses pemisahan ini masih ada air yang tercampur dengan minyak oleh sebab itu dilakukan pemisahan kembali menggunakan corong pisah. Pemisahan itu dilakukan agar minyak yang dihasilkan tidak bercampur dengan air karena akan menurunkan kualitas minyak. Setelah proses pemisahan didapatkan minyak sebanyak 31 ml. Minyak sereh wangi yang dihasilkan memiliki aroma yang tajam dan berwarna kuning keemasan.

Proses penyulingan yang sama dilakukan dalam waktu 3 jam. Hal tersebut bertujuan untuk meningkatkan rendemen minyak. Setelah proses penyulingan dilakukan selama 3 jam didapatkan minyak sebanyak 38 ml. Minyak yang dihasilkan pada tahap kedua ini hanya meningkat sedikit, sebagaimana terlihat pada gambar 4.2. Hal ini menunjukkan bahwa minyak sereh wangi menghasilkan rendemen yang optimal dengan penyulingan selama 2-3 jam. Karena pada penyulingan tahap kedua minyak yang dihasilkan hanya meningkat sedikit ini mengindikasikan bahwa kandungan minyak pada bahan baku dapat terambil secara optimal pada penyulingan selama 2-3 jam, karena jika dilakukan lebih dari 3 jam tidak akan berpengaruh terhadap rendemen geraniol yang dihasilkan (Virmani dan Bath dalam Ginting, 2004). Jika penyulingan dilanjutkan maka hanya akan merugikan karena biaya yang digunakan untuk proses lebih besar namun rendemen minyak hanya meningkat sangat sedikit.



Gambar 4.2 Rendemen minyak serih wangi

Minyak serih wangi hasil penyulingan uap memiliki kandungan komponen tertinggi yaitu 3-carene sebanyak 24,21%, citronelal sebanyak 11,64%, dan geraniol sebanyak 5,36%, sebagaimana terlihat pada gambar 4.3.

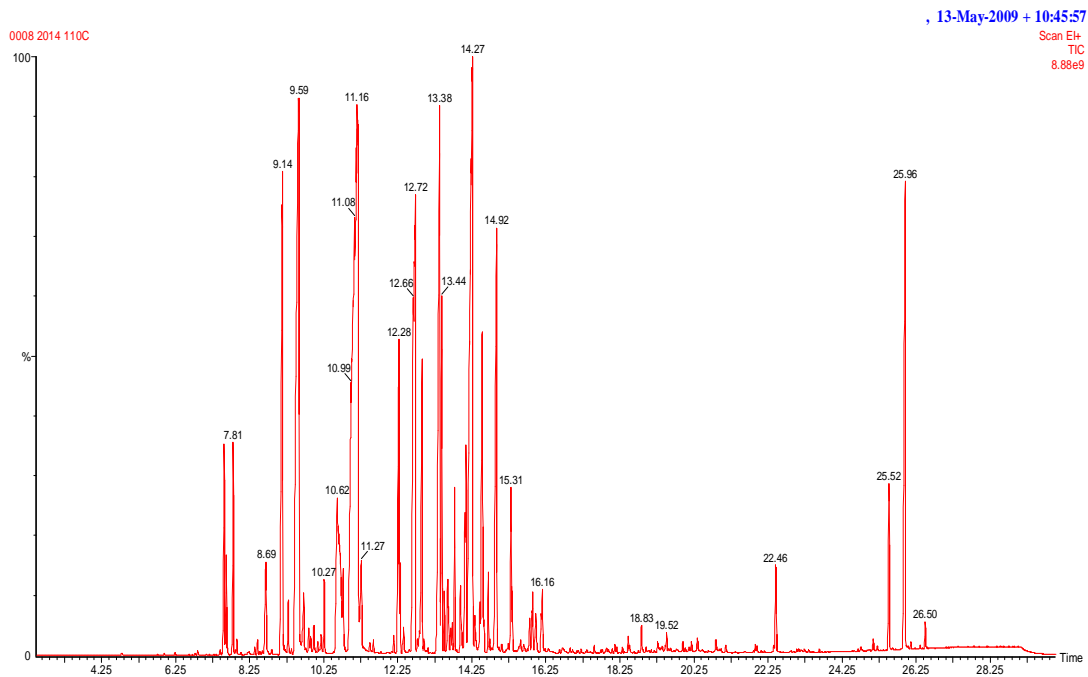


Gambar 4.3 Hasil uji GC-MS minyak serih wangi

#### 4.2.2 Pengaruh suhu pada proses isolasi geraniol

Isolasi geraniol pada minyak sereh wangi dilakukan dengan cara menguapkan komponen citronellal yang terkandung dalam minyak sereh wangi sehingga diharapkan konsentrasi geraniol lebih tinggi. Metode distilasi vakum dipilih karena titik didih citronellal yang tinggi sehingga jika proses distilasi dilakukan secara vakum akan menurunkan titik didih citronellal. Hal itu untuk menjaga agar komponen-komponen pada minyak sereh wangi tidak rusak akibat pemanasan yang tinggi. Pada proses isolasi geraniol dengan metode distilasi vakum pada suhu 110°C ini menghasilkan distilat sebanyak 3 ml. Distilat (citronellal) yang dihasilkan berwarna bening dan memiliki aroma sereh wangi yang tidak terlalu menyengat. Sementara bottom (geraniol) yang diperoleh sebanyak 16 ml berwarna kuning jernih dan memiliki aroma yang kuat.

Gambar 4.4 menunjukkan hasil dari isolasi geraniol dengan metode distilasi vakum pada suhu 110°C dimana diperoleh konsentrasi trans-geraniol sebesar 21,06% dan merupakan komponen yang paling tinggi konsentrasinya pada minyak ini. Geraniol merupakan penyusun utama minyak sereh. Pada suhu kamar berupa cairan tidak berwarna (kuning pucat seperti minyak) dan berbau menyenangkan. Tidak larut dalam air dan dapat larut dalam pelarut organik. Konsentrasi geraniol sebelum dan setelah dilakukan isolasi meningkat dari 5,36% menjadi 21,06%. Hal ini menunjukkan bahwa metode ini cukup efektif untuk meningkatkan konsentrasi geraniol pada minyak sereh wangi. Sementara proses isolasi ini juga meningkatkan citronellal sebesar 11,86 %. Konsentrasi citronellal meningkat sedikit dibanding dengan konsentrasi citronellal yang terkandung dalam minyak sereh murni, yaitu dari 11,65% menjadi 11,86%.

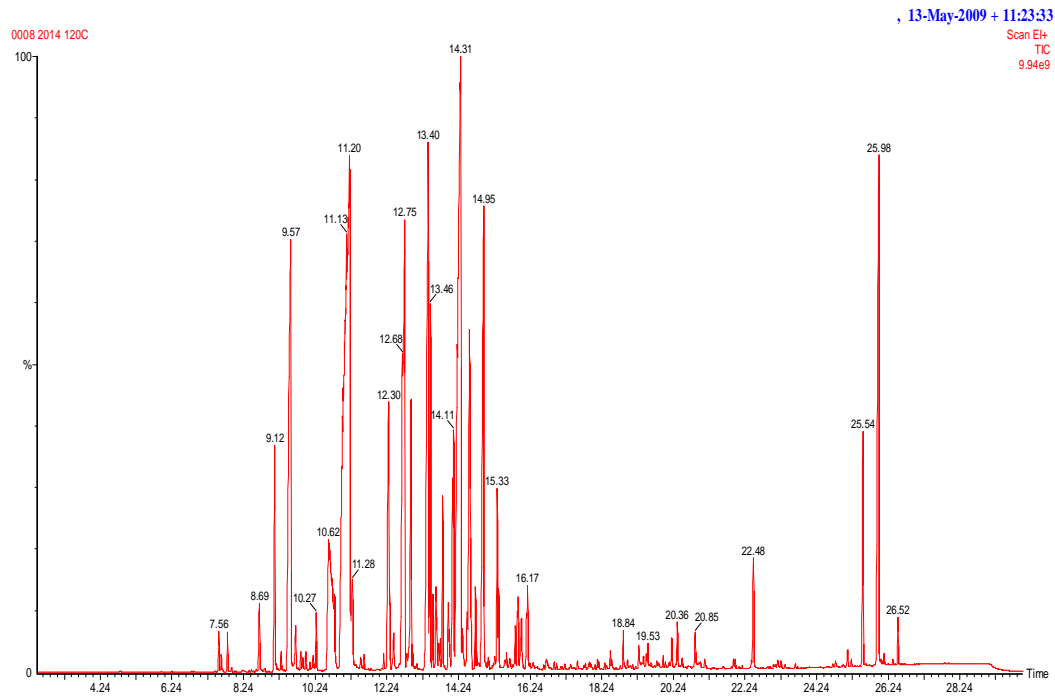


Gambar 4.4 analisa cromatogram peak minyak sereh wangi variabel suhu 110 °c

Sementara pada proses isolasi menggunakan suhu 120°C dihasilkan distilat sebanyak 6 ml. Distilat (citonellal) yang dihasilkan berwarna bening dan memiliki aroma sereh wangi yang tidak terlalu menyengat. Didapatkan bottom (geraniol) sebanyak 13 ml berwarna kuning bening pekat dan beraroma sangat kuat. Analisis GC-MS hasil isolasi pada suhu 120°C tersaji pada gambar 4.5.

Dari gambar 4.5 dapat diketahui minyak hasil dari isolasi geraniol dengan metode distilasi vakum pada suhu 120°C didapatkan konsentrasi trans-geraniol sebesar 21,78% dan merupakan komponen yang paling tinggi konsentrasinya pada minyak ini. Terjadi peningkatan konsentrasi geraniol pada isolasi geraniol menggunakan metode distilasi vakum pada suhu 120°C dibandingkan pada suhu 110°C yaitu dari 21,06% menjadi 21,78%. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan suhu pada proses ini mempengaruhi rendemen geraniol yang dihasilkan meski tidak terlalu besar. Sementara citronellal yang dihasilkan sebesar 7,76 %. Hal ini menunjukkan konsentrasi citronellal semakin menurun seiring dinaikannya suhu pada proses distilasi vakum. Penurunan konsentrasi citronellal cukup besar yaitu 4,1% dibandingkan dengan isolasi pada suhu 110°C. Jika

dibandingkan dengan minyak sereh wangi hasil penyulingan tanpa isolasi kandungan geraniol dalam minyak sereh wangi hanya 5,36% sementara setelah dilakukan isolasi pada suhu 120°C konsentrasi geraniol meningkat cukup tinggi yaitu dari 5,36% menjadi 21,78%.



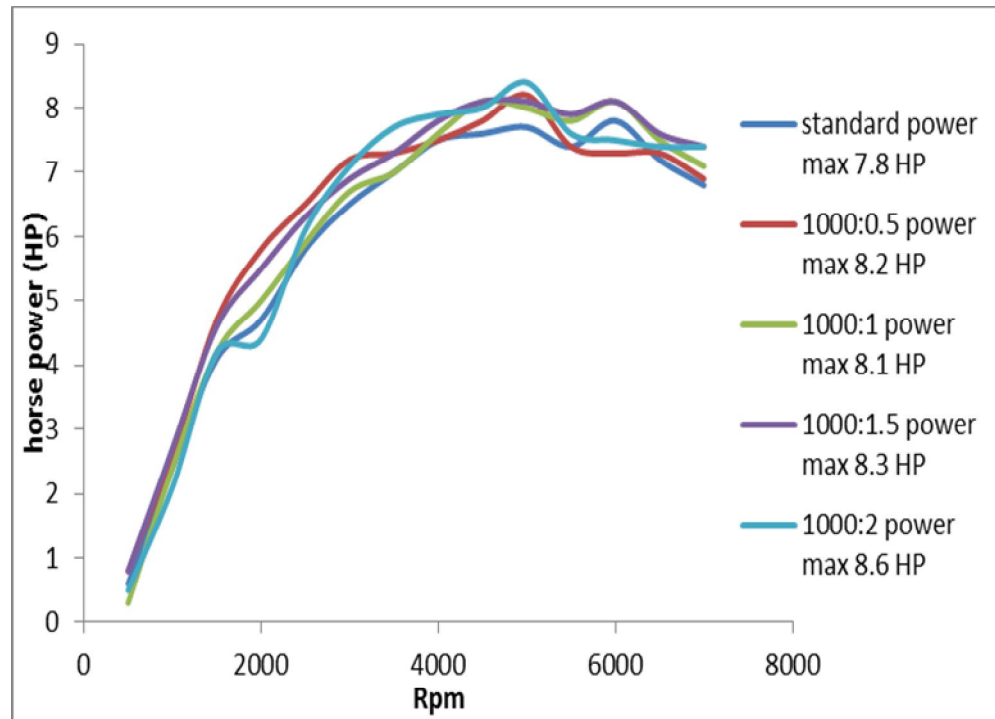
Gambar 4.5 Analisa cromatogram peak minyak sereh wangi variabel suhu 120 °c

### 4.3 Aplikasi minyak sereh wangi sebagai aditif pada bensin

Untuk mengetahui minyak sereh wangi dapat digunakan sebagai *bio-additive* penambah nilai oktan dilakukan beberapa pengujian yaitu uji performa dan uji efisiensi pada kendaraan bermotor. Sebelum pengujian dilakukan pertama mencampurkan bensin dengan minyak sereh wangi dengan berbagai variasi konsentrasi minyak sereh. Pencampuran dilakukan dengan mencampurkan bensin dengan minyak sereh wangi perbandingan bensin dan sereh wangi 1000:0.5 ; 1000:1 ; 1000:1.5 ; 1000:2 serta bensin murni sebagai pembanding.

### 4.3.1 Uji performa

Minyak sereh wangi yang dihasilkan diuji pengaplikasiannya dengan cara menambahkan minyak sereh wangi pada bensin untuk meningkatkan power mesin. pengujian performa dilakukan di *HYPERSPEED* jl.majapahit 224 Semarang. Berikut grafik perbandingan hasil pengujian power.



Gambar 4.6 perbandingan power

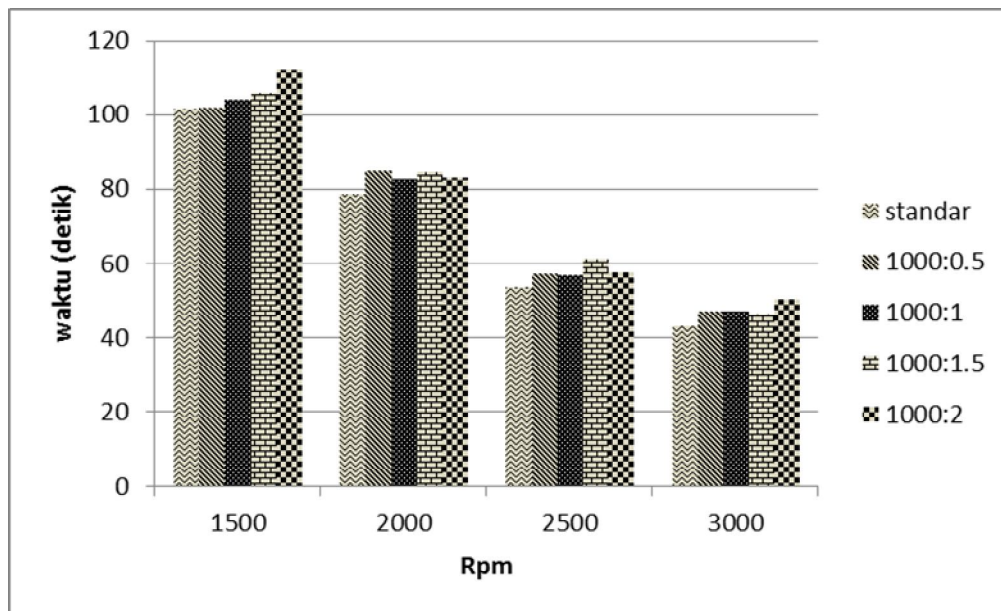
Dari grafik didapat hasil power maksimal pada pengujian bensin standar yaitu 7.8 HP. Kemudian pada bensin standard dengan penambahan minyak sereh wangi perbandingan 1000:0.5 didapatkan power maksimal 8.2 HP. Pada perbandingan 1000:1 didapat power maksimal 8.1 HP. Pada perbandingan 1000:1.5 didapatkan power maksimal 8.3 HP dan yang terakhir dengan perbandingan 1000:2 didapatkan power maksimal 8.6 HP. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan minyak sereh wangi pada bensin yang digunakan dalam kendaraan bermotor dapat meningkatkan power mesin. Peningkatan paling signifikan didapat dari penambahan dereh wangi dengan perbandingan 1000:2



menghasilkan power sebesar 8.6 HP. Power mesin yang didapat meningkat sebesar 0.8 HP dari bensin standar.

#### 4.3.2 Uji Konsumsi Bahan Bakar

Minyak serih wangi yang dihasilkan diuji pengaplikasiannya dengan cara menambahkan minyak serih wangi pada bensin untuk meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar pada mesin. Pengujian dilakukan di laboratorium teknik mesin, Fakultas Teknik, UNNES. Berikut grafik perbandingan hasil pengujian efisiensi konsumsi bahan bakar tersaji pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 uji konsumsi bahan bakar per 10 ml bahan bakar

Minyak serih wangi yang dihasilkan diuji pengaplikasiannya dengan cara menambahkan minyak serih wangi pada bensin untuk meningkatkan efisiensi pada mesin. Hasil uji efisiensi pada bensin tanpa campuran minyak serih wangi per 10ml dengan RPM 1500 hanya dapat berjalan 101 detik. Pada RPM yang sama bensin yang ditambahkan serih wangi dengan perbandingan volume 1000:0,5 mampu berjalan 102 detik. Pada perbandingan 1000:1 mesin mampu berjalan 104 detik. Pada perbandingan 1000:1,5 mesin mampu berjalan hingga 105,8 detik, sedangkan pada perbandingan 1000:2 dapat berjalan hingga 111,9 detik. Hal

tersebut menunjukkan bahwa penambahan minyak sereh wangi mampu meningkatkan efisiensi mesin. Peningkatan efisiensi mesin optimal pada penambahan minyak sereh wangi dengan perbandingan 1000:2 karena pada perbandingan campuran tersebut didapatkan rata-rata efisiensi paling tinggi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Minyak atsiri dari hasil penyulingan uap selama 2 jam memiliki rendemen 0,62% dan pada penyulingan selama 3 jam memiliki rendemen 0.76%.
2. Minyak sereh wangi yang dihasilkan dari hasil penyulingan memiliki kadar geraniol sebesar 5,36%, setelah dilakukan isolasi pada suhu 110°C kadar geraniol meningkat menjadi 21,06% dan pada isolasi dengan suhu 120°C kadar geraniol meningkat menjadi 21,78%.
3. Penambahan minyak sereh wangi pada bensin dengan perbandingan 1000:2 dapat meningkatkan power mesin secara optimal yaitu sebesar 0,8 HP dibandingkan dengan bensin tanpa penambahan minyak sereh wangi
4. Penambahan minyak sereh wangi pada bensin dengan perbandingan 1000:2 dapat meningkatkan efisiensi mesin secara optimal yaitu dengan menggunakan 10ml bahan bakar mesin dapat bertahan 111,9 detik sedangkan pada bensin tanpa penambahan hanya bertahan 101 detik.

## 5.2 Saran

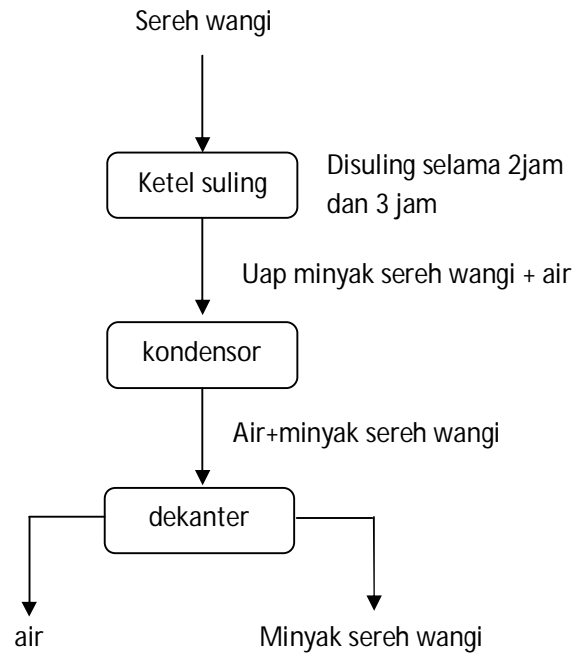
1. Pada saat isolasi sebaiknya pompa vakum dijaga tekanannya dengan menggunakan manometer karena akan berpengaruh terhadap rendemen geraniol yang dihasilkan.
2. Sebaiknya dilakukan pengujian angka oktan agar diketahui pengaruh penambahan minyak sereh wangi pada oktan bensin.
3. Perlu dilakukan pengujian penambahan minyak sereh wangi pada bahan bakar dengan perbandingan volume banyak untuk mendapatkan perbandingan volume yang terbaik.
4. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui senyawa dalam minyak sereh wangi yang mempunyai pengaruh paling besar dalam *bio-aditive gasoline* sehingga mampu meningkatkan nilai oktan bensin.

## DAFTAR PUSTAKA

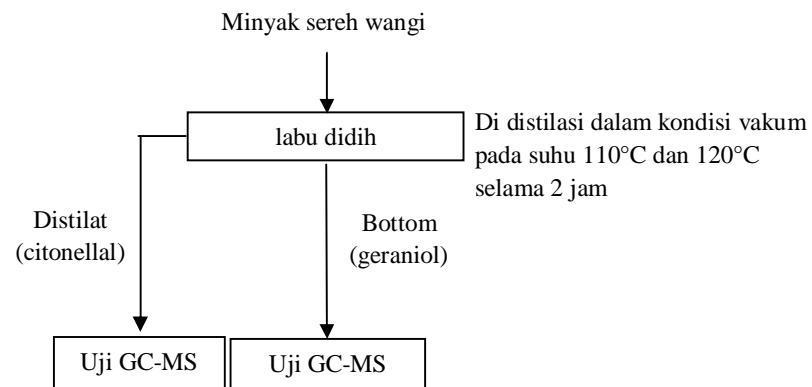
- Geankoplis, J. C..1993.*Transport Processes and Unit Operation*, 3th edition. Prentice-Hall of India. New Delhi.
- Ginting, Sentosa .2004. *Pengaruh Lama Penyulingan Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri Daun Sereh Wangi*. Universitas Sumatera Utara.
- Kadarohman, Asep. 2010.*Eksplorasi Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Ketaren, S.1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. PN Balai Pustaka. Jakarta.
- Sriyadi.2012. *Pencirian Minyak Sereh Wangi Mahapengiri (Cymbopogon winterianus jowitt) Klon G1,G2, dan G3 Menggunakan Kromatograf Gas-Spektrometer Massa*. Institut Pertanian Bogor.
- Sudrajat., A. 2005.Pencemaran Udara, suat Jurnal Inovasi IPTEK,Jakarta. Vol.5/XVII/Nopember 2005
- Utomo, dan Widiatmoko N.2009. *Isolasi Rhodinol Dalam Ekstraksi Minyak Sereh Jawa*. Thesis. UNDIP.

## LAMPIRAN

Lampiran 1 diagram alir penyulingan uap minyak sereh wangi



## Lampiran 2 isolasi geraniol minyak sereh wangi



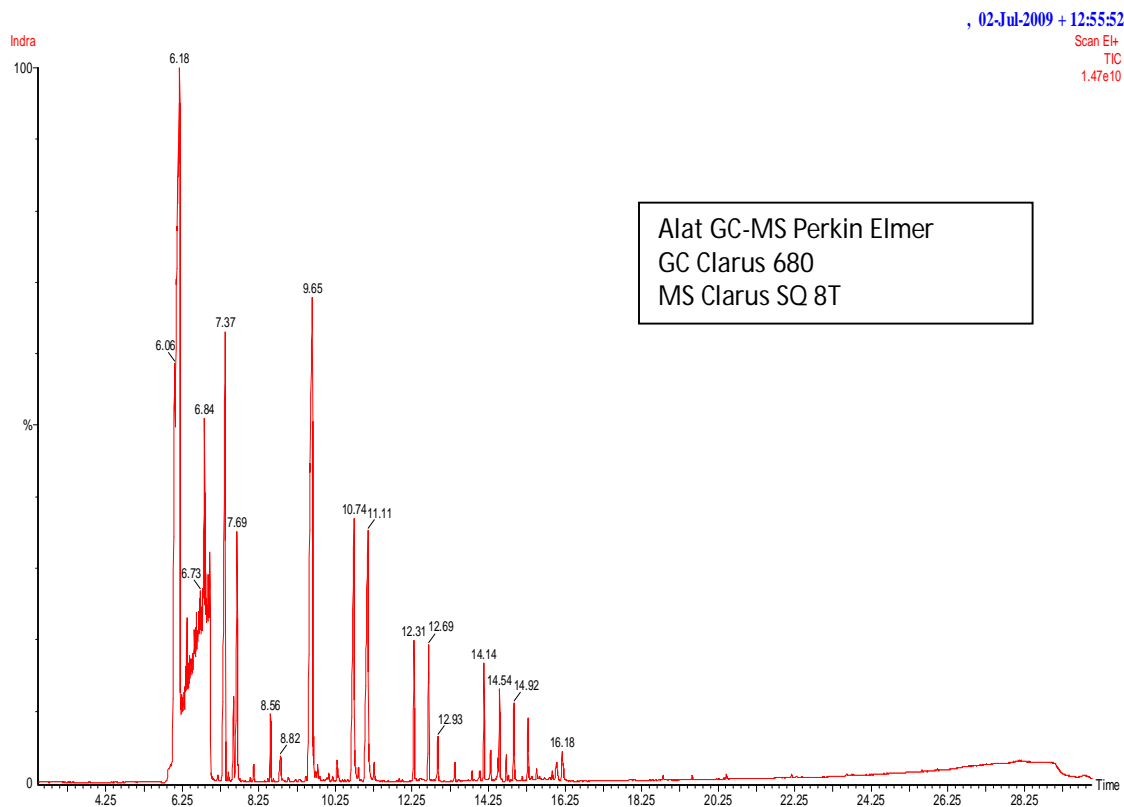
## Lampiran 3 data pengamatan

**Data Pengamatan**

<b>No</b>	<b>perlakuan</b>	<b>pengamatan</b>
1	Daun sereh wangi dimasukkan dalam ketel suling	Daun sereh wangi dalam ketel suling sebanyak 5 kg
2	Dilakukan penyulingan uap	Penyulingan uap selama 2 jam dan 3 jam
3	Memisahkan distilat hasil penyulingan	Lapisan atas minyak sereh wangi, lapisan bawah air. Minyak sereh wangi pada penyulingan 2 jam didapat 31 ml, pada penyulingan 3 jam didapat 38ml.
4	Isolasi geraniol minyak sereh wangi	Isolasi geraniol menggunakan distilasi vakum pada suhu 110°C dan 120°C selama 2 jam
5	Diperoleh distilat dan bottom	Isolasi pada suhu 110°C -distilat (citronellal) 3ml -bottom (geraniol) 16 ml Isolasi pada suhu 120°C -distilat (citronellal) 6ml -bottom (geraniol) 13ml
6	Uji GC-MS	Uji GC-MS pada minyak sereh wangi hasil penyulingan, minyak sereh wangi hasil isolasi 110°C dan 120°C



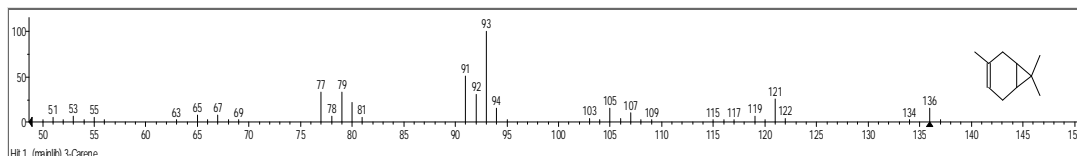
## Lampiran 4 uji GC-MS minyak serih wangi

**KROMATOGRAM MINYAK SEREH WANGI****ANALISA CROMATOGRAM PEAK MINYAK SEREH WANGI**

IT	FT	RT	Area	Height	Konsentrasi (%)	Komponen
6.07	6.235	6.185	1520641664	14289298432	24.21	3-Carene
6.75	6.92	6.835	678209600	7329262592	10.80	$\beta$ -Pinene
9.531	9.671	9.646	731263680	9399537664	11.64	(R)-(+)-Citronellal
10.987	11.222	11.107	336468832	5128691712	5.36	trans-Geraniol
12.617	12.743	12.693	76739768	2782691840	1.22	Geraniol acetate

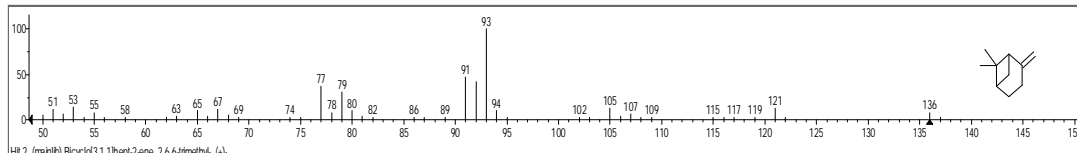
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK SEREH WANGI

Spectrum pada RT = 6.185 menit



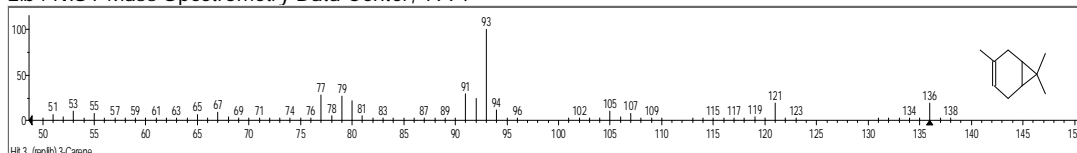
3-Carene

Lib : RESEARCH LABORATORY, STATE ALCOHOL MONOPOLY ALKO, HELSINKI, FINLAND; IRMA NYKANEN ET AL



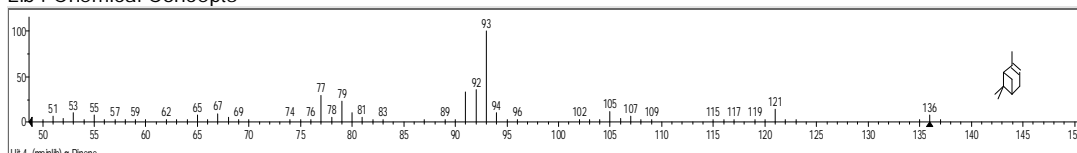
Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (±)-

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center, 1994



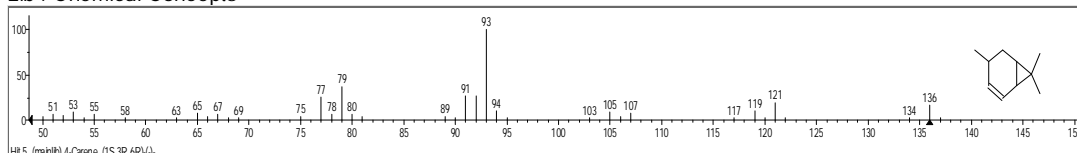
3-Carene

Lib : Chemical Concepts



α-Pinene

Lib : Chemical Concepts

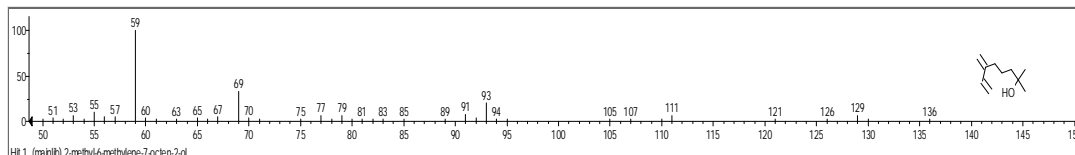


4-Carene, (1S,3R,6R)-(-)-

Lib : G.VON BUNAU MAX-PLANCK-INST., MULHEIM-RHUR, GERMANY, FRG

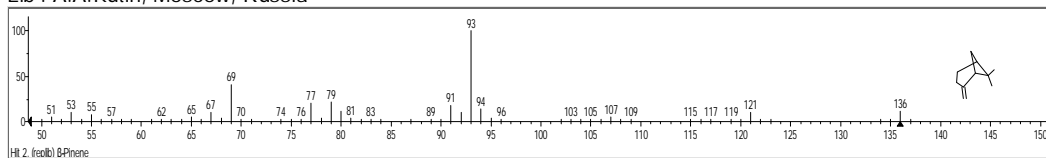
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK SEREH WANGI

Spectrum pada RT = 6.835 menit

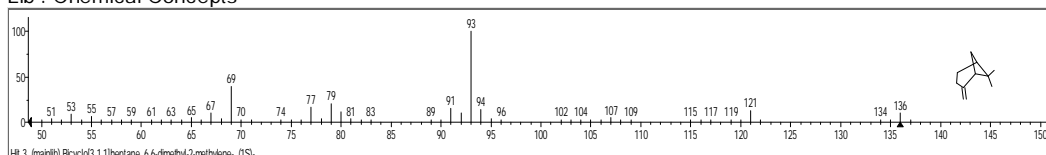


2-methyl-6-methylene-7-octen-2-ol

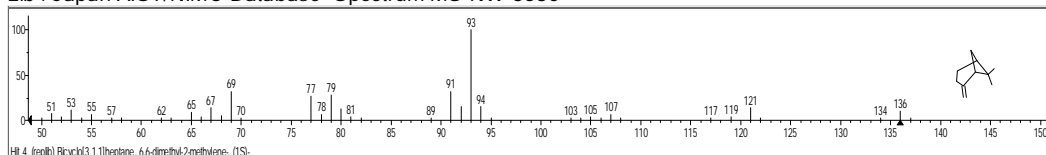
Lib : A.A.Kutin, Moscow, Russia

 $\beta$ -Pinene

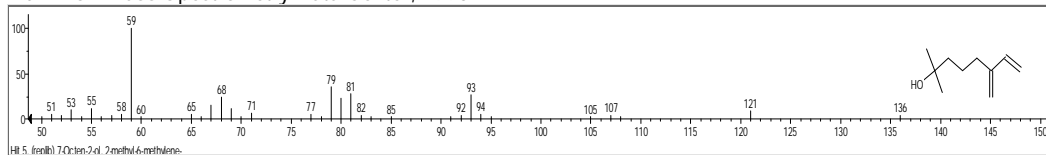
Lib : Chemical Concepts

(-)- $\beta$ -Pinene

Lib : Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-3680

(-)- $\beta$ -Pinene

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center, 1990.

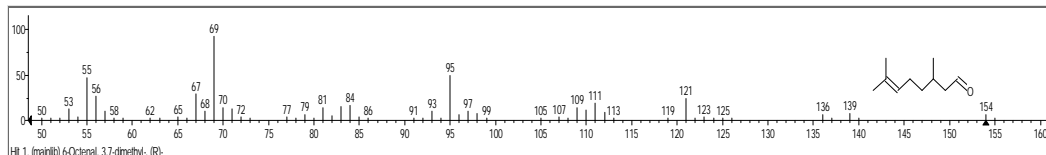


Myrcenol

Lib : NIST

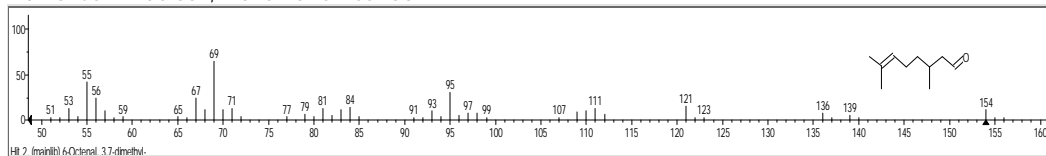
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK SEREH WANGI

Spectrum pada RT = 9.646 menit

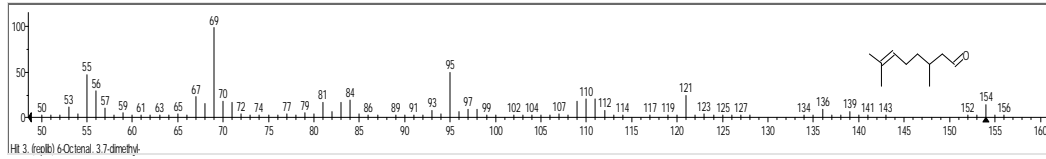


(R)-(+)-Citronellal

Lib : Chuck Anderson, Aldrich Chemical Co.

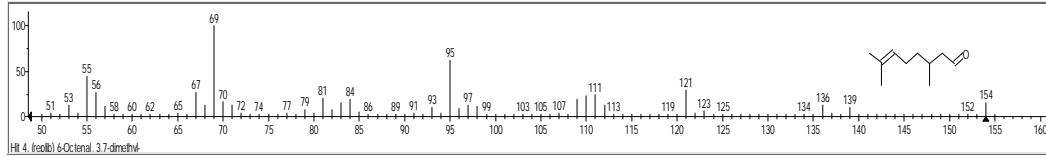
 $\beta$ -Citronellal

Lib : NIST



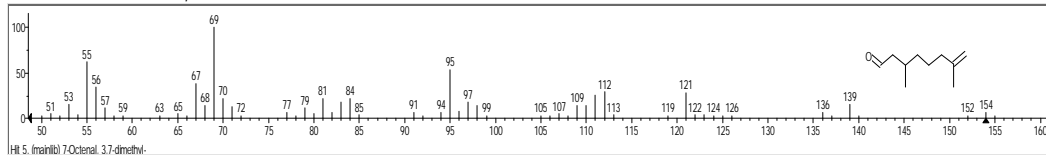
**$\beta$ -Citronellal**

Lib : NIST



**$\beta$ -Citronellal**

Lib : G.BRAMMER,UNIVERSITY OF TEXAS

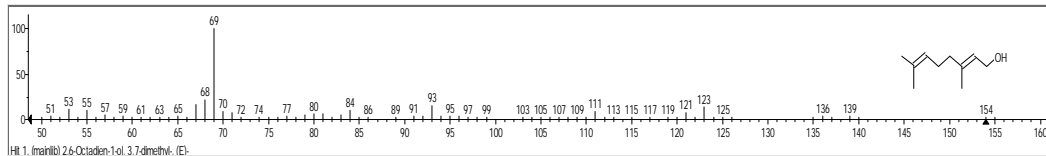


**Rhodinal**

Lib : RESEARCH LABORATORY, STATE ALCOHOL MONOPOLY ALKO, HELSINKI, FINLAND; IRMA NYKANEN ET AL

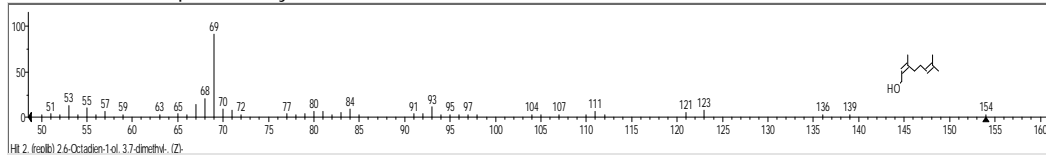
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK SEREH WANGI

Spectrum pada RT = 11.107 menit



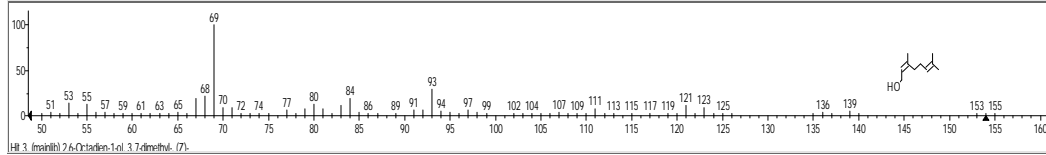
**trans-Geraniol**

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center



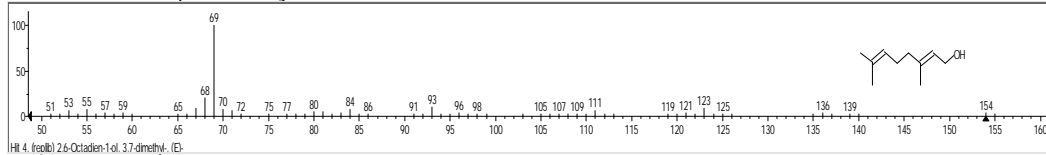
**cis-Geraniol**

Lib : Mark Whitten, Florida Museum of Natural History, U. of Florida



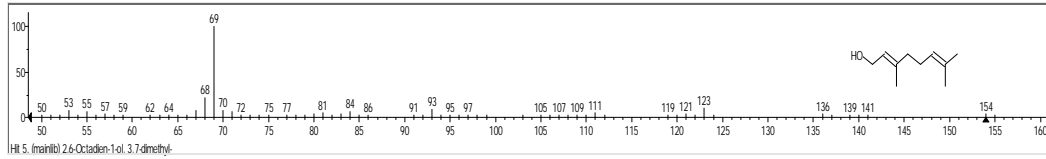
**cis-Geraniol**

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center



**trans-Geraniol**

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

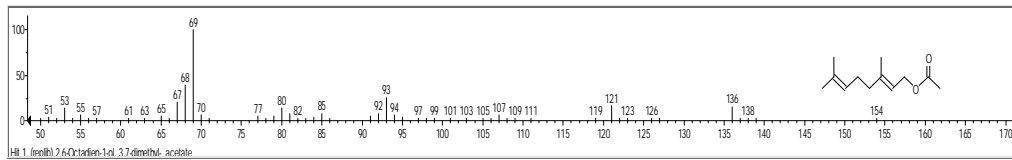


2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-

Lib : Chemical Concepts

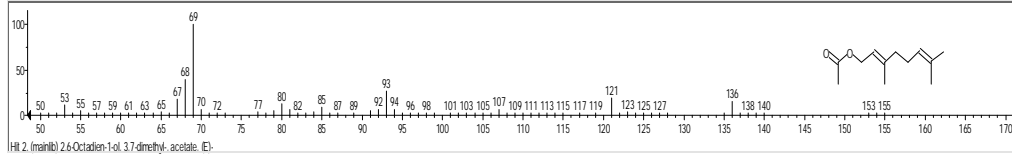
### SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS MINYAK SEREH WANGI

Spectrum pada RT = 12.693 menit



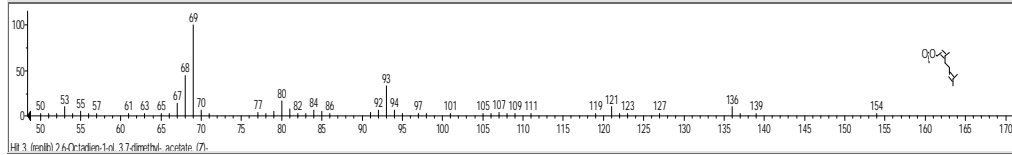
Geraniol acetate

Lib : Mark Whitten, Florida Museum of Natural History, U. of Florida



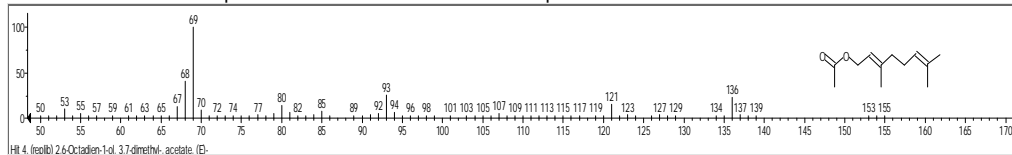
Acetic acid, geraniol ester

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center, 1998.



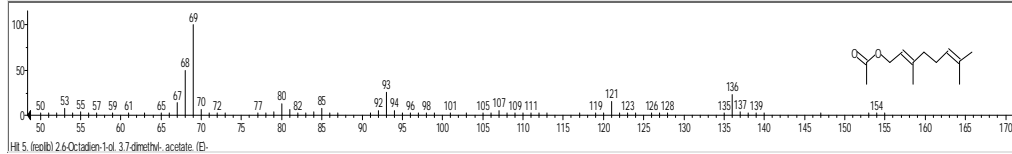
Nerol acetate

Lib : TNO Volatile Compounds in Food - Chemical Concepts



Acetic acid, geraniol ester

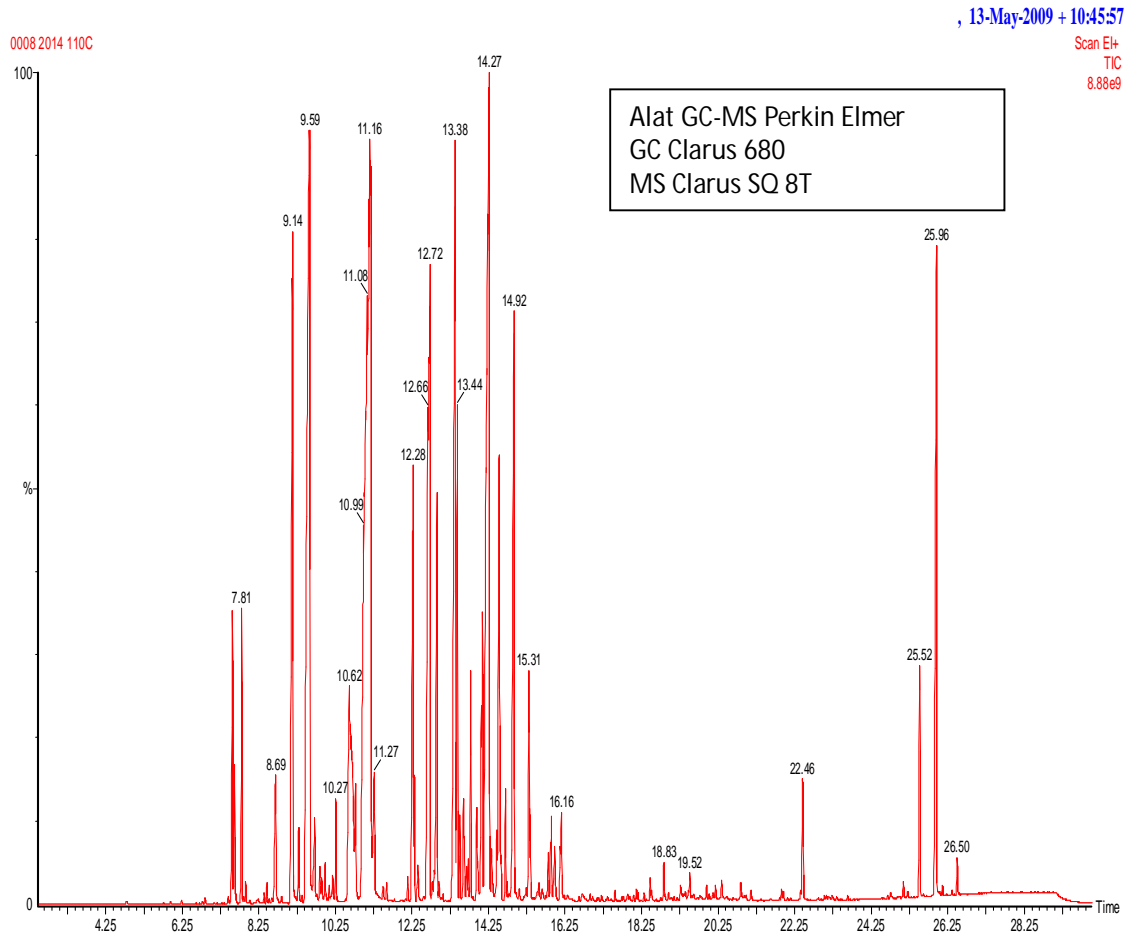
Lib : NIST



Acetic acid, geraniol ester

Lib : Chemical Concepts

Lampiran 5 uji GC-MS minyak serih wangi hasil isolasi pada suhu 110°C  
**KROMATOGRAM MINYAK SERIH WANGI VARIABEL SUHU 110 °C**

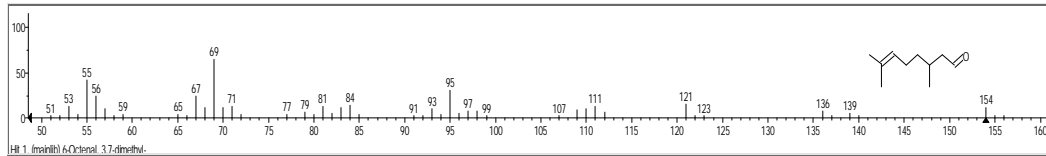


**ANALISA CROMATOGRAM PEAK MINYAK SERIH WANGI VARIABEL SUHU 110 °C**

IT	FT	RT	Area	Height	Konsentrasi (%)	Komponen
9.446	9.641	9.586	747389312	8059217408	11.86	Citronellal
10.537	10.752	10.617	272040608	2272355584	4.32	(R)-(+)- $\beta$ -Citronellol
10.917	11.217	11.157	1327274880	7949448192	21.06	trans-Geraniol
12.612	12.747	12.722	454807648	6735961088	7.22	Geraniol acetate
14.133	14.308	14.273	731051008	8682688512	11.60	Isoeugenol methyl ether

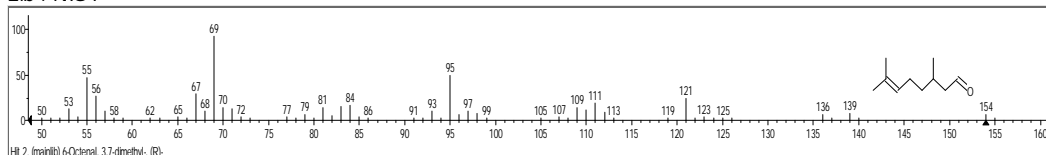
**SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS**

Spectrum pada RT = 9.586 menit



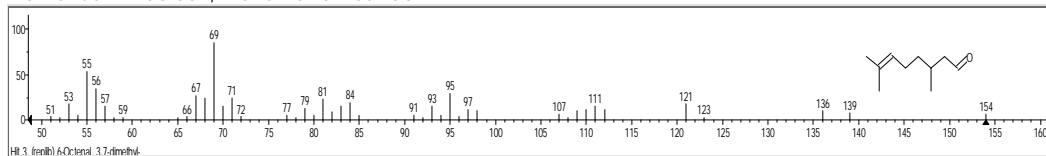
6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- (R)-(+)-Citronella

Lib : NIST



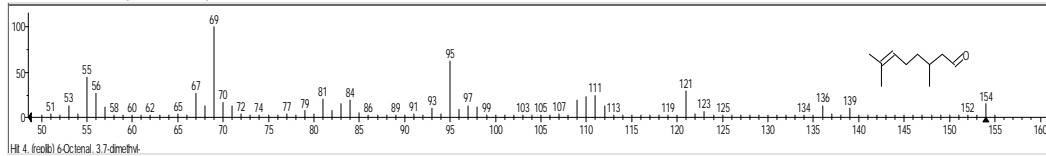
6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- (R)-(+)-Citronella

Lib : Chuck Anderson, Aldrich Chemical Co.



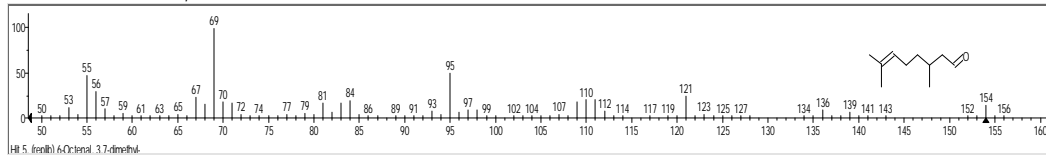
6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- (R)-(+)-Citronella

Lib : MASS SPECTRA OF ORGANIC COMPOUNDS, V. 5, B. H. KENNETT ET AL, DIV. OF FOOD RESEARCH, CSIRO, AUSTRALIA



6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- (R)-(+)-Citronella

Lib : G.BRAMMER, UNIVERSITY OF TEXAS

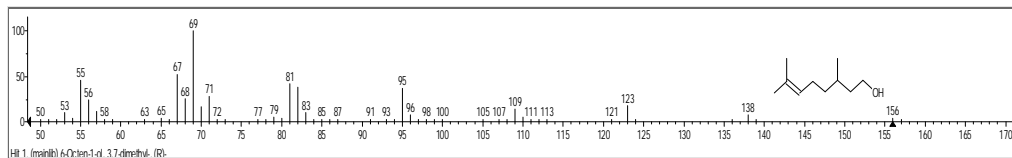


6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- (R)-(+)-Citronella

Lib : NIST

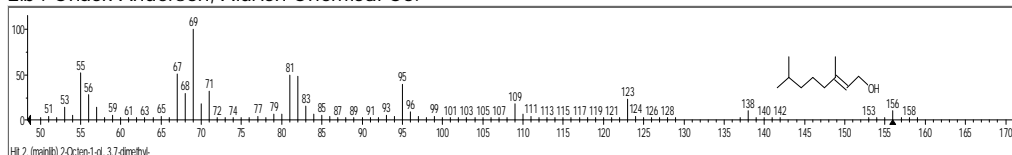
### SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS

Spectrum pada RT = 10.617 menit

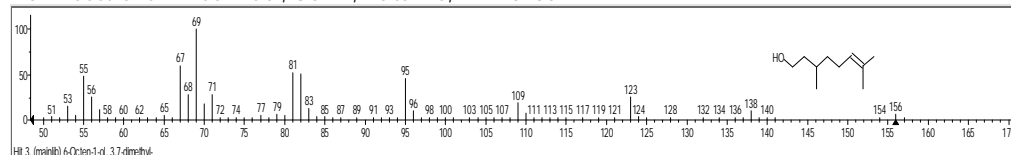


(R)-(+)- $\beta$ -Citronellol

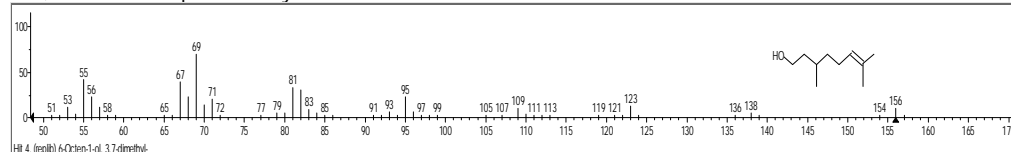
Lib : Chuck Anderson, Aldrich Chemical Co.



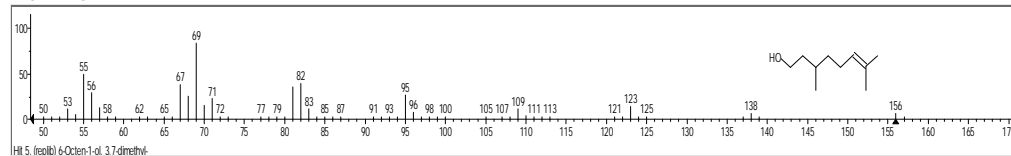
2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-  
Lib : Insect Chem. Ecol. Lab., USDA, Beltsville, MD 20705



$\beta$ -Citronellol  
Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center



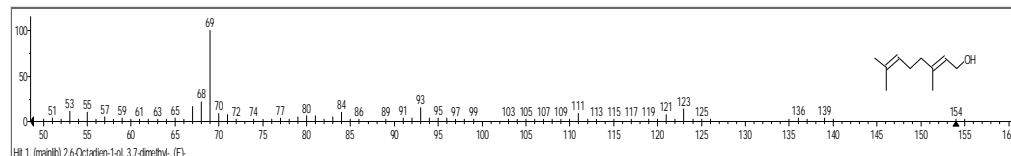
$\beta$ -Citronellol  
Lib : NIST



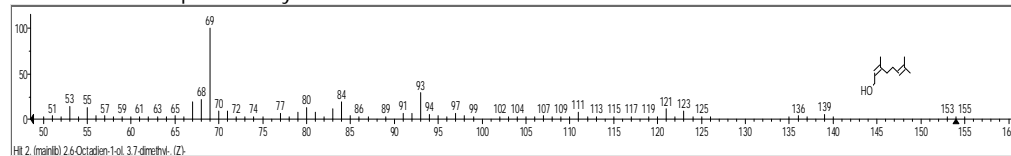
$\beta$ -Citronellol  
Lib : Chemical Concepts

### SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS

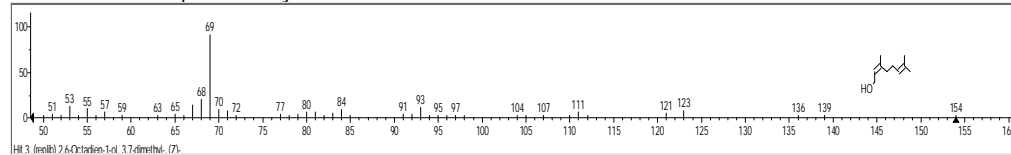
Spectrum pada RT = 11.157 menit



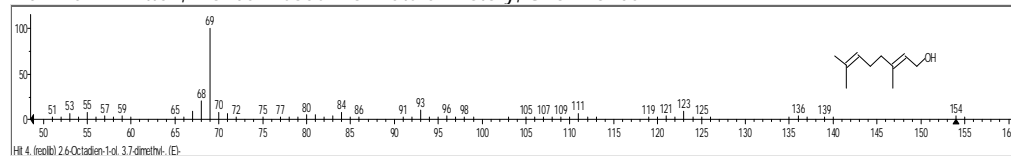
trans-Geraniol  
Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center



cis-Geraniol  
Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center

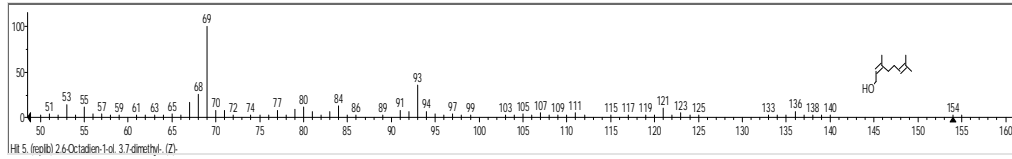


cis-Geraniol  
Lib : Mark Whitten, Florida Museum of Natural History, U. of Florida



trans-Geraniol  
Lib : D.HENNEBERG, MAX-PLANCK INSTITUTE, MULHEIM, WEST GERMANY



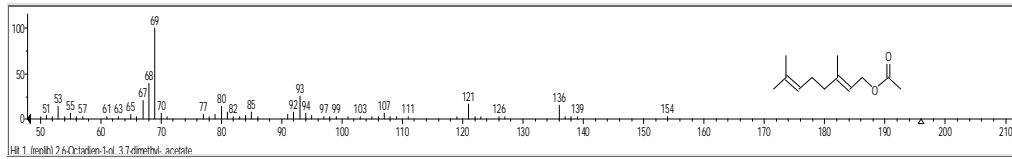


cis-Geraniol

Lib : Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-1493

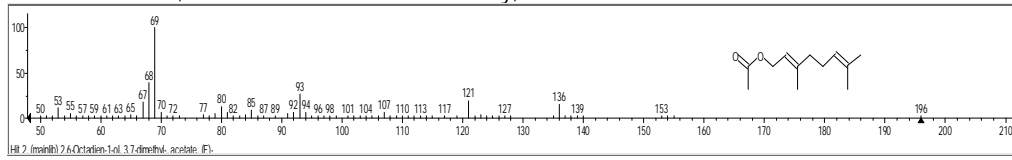
### SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS

Spectrum pada RT = 12.722 menit



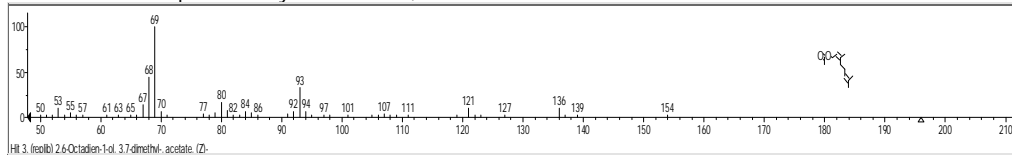
Geraniol acetate

Lib : Mark Whitten, Florida Museum of Natural History, U. of Florida



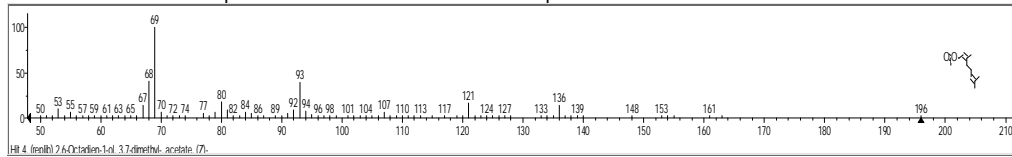
Acetic acid, geraniol ester

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center, 1998.



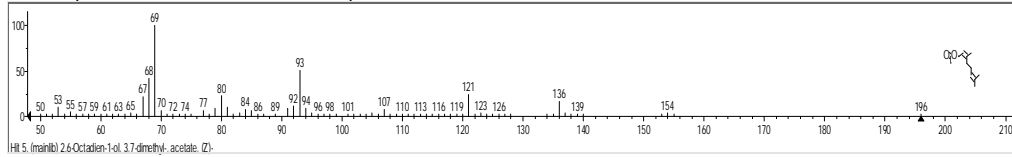
Nerol acetate

Lib : TNO Volatile Compounds in Food - Chemical Concepts



Nerol acetate

Lib : Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-5228

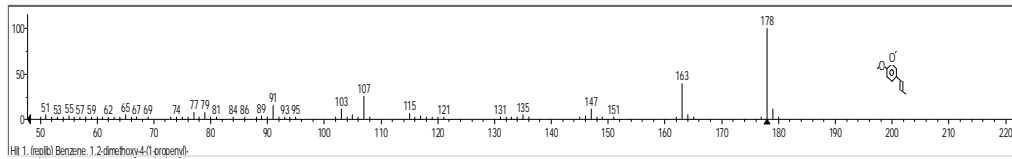


Nerol acetate

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center

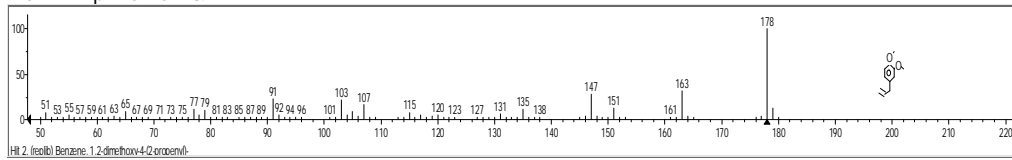
### SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS

Spectrum pada RT = 14.273 menit



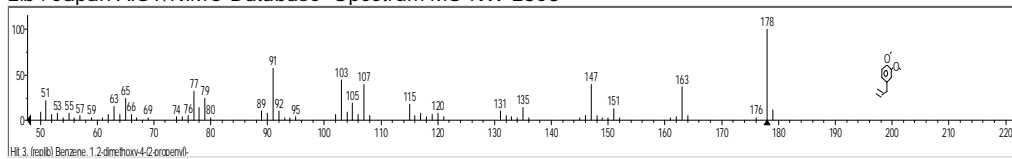
Isoeugenol methyl ether

Lib : Philip Morris R&amp;D



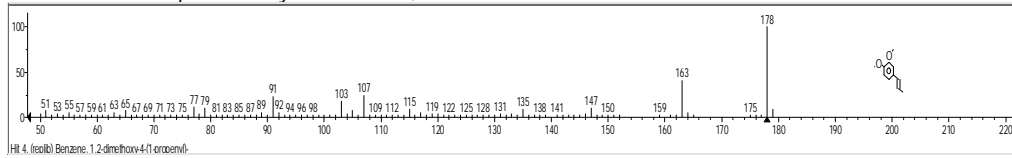
Eugenol methyl ether

Lib : Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-2808



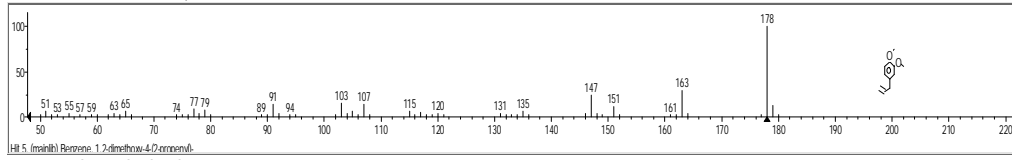
Eugenol methyl ether

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center, 1990.



Isoeugenol methyl ether

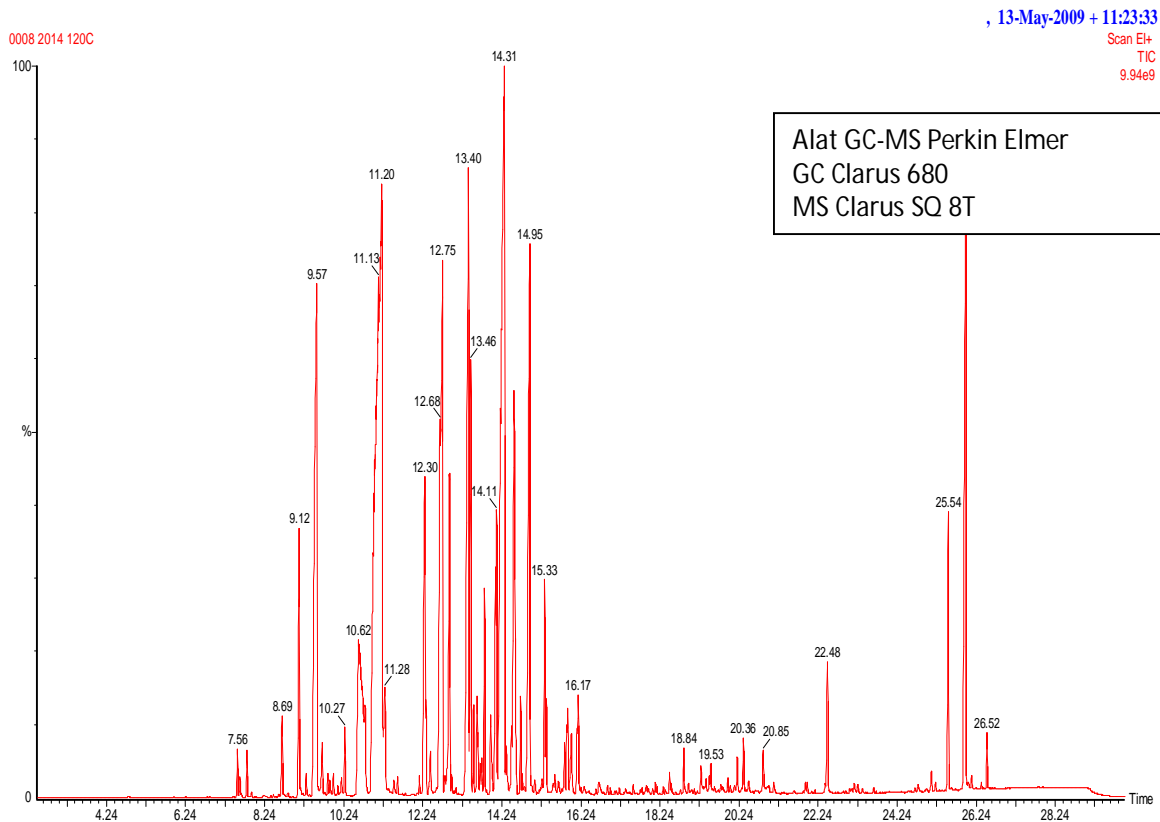
Lib : R.T.HOLMAN, UNIVERSITY OF MINNESOTA



Eugenol methyl ether

Lib : N.W. Davies, Centr. Sci. Lab., Univ. Tasmania, Hobart, Australia

Lampiran 6 uji GC-MS minyak sereh wangi hasil isolasi pada suhu 120°C  
**KROMATOGRAM MINYAK SEREH WANGI VARIABEL SUHU 120 °C**

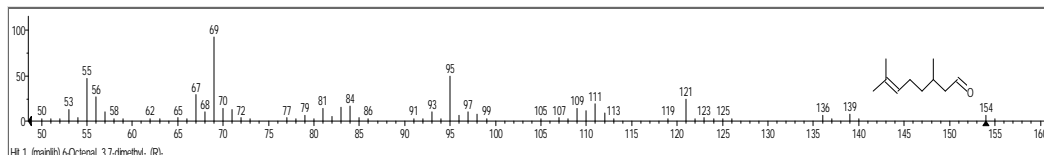


**ANALISA CROMATOGRAM PEAK MINYAK SEREH WANGI VARIABEL SUHU 120 °C**

IT	FT	RT	Area	Height	Konsentrasi (%)	Komponen
9.446	9.616	9.566	523002848	6859947520	7.76	(R)-(+)-Citronellal
10.547	10.762	10.617	286461856	2088079872	4.25	(R)-(+)- $\beta$ -Citronellol
10.922	11.242	11.197	1468072064	8146925568	21.78	trans-Geraniol
12.627	12.767	12.747	532640160	7173301248	7.90	Geraniol acetate
14.148	14.328	14.308	937851968	9601369088	13.91	Isoeugenol methyl ether

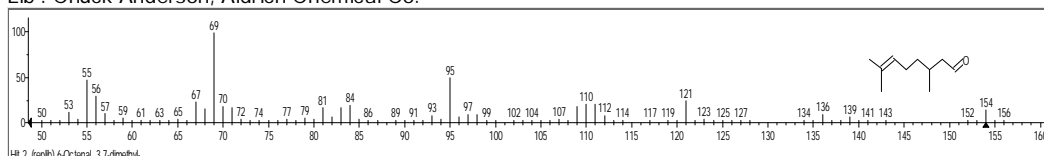
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS

Spectrum pada RT = 9.566 menit



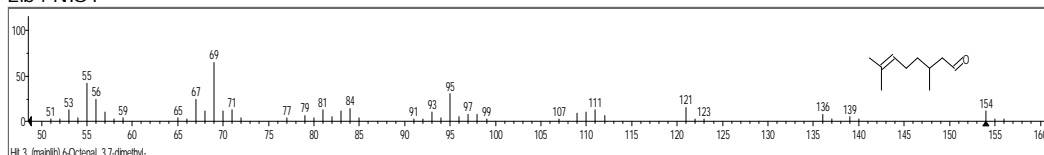
(R)-(+)-Citronellal

Lib : Chuck Anderson, Aldrich Chemical Co.



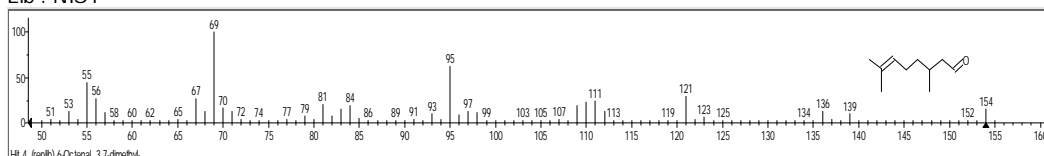
$\beta$ -Citronellal

Lib : NIST



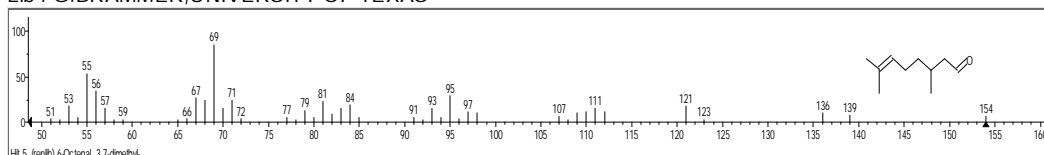
$\beta$ -Citronellal

Lib : NIST



$\beta$ -Citronellal

Lib : G.BRAMMER,UNIVERSITY OF TEXAS

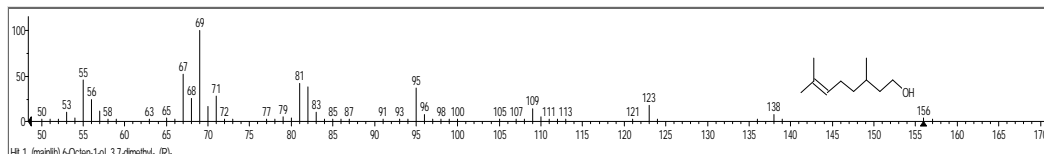


$\beta$ -Citronellal

Lib : MASS SPECTRA OF ORGANIC COMPOUNDS, V. 5, B. H. KENNETT ET AL, DIV. OF FOOD RESEARCH, CSIRO, AUSTRALIA

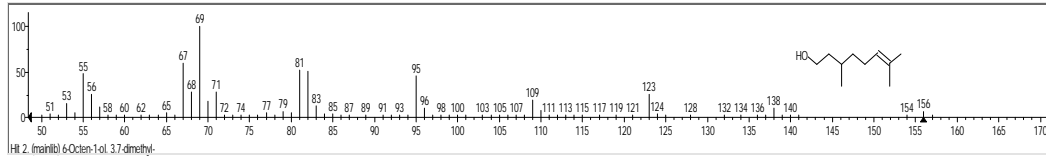
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS

Spectrum pada RT = 10.617 menit



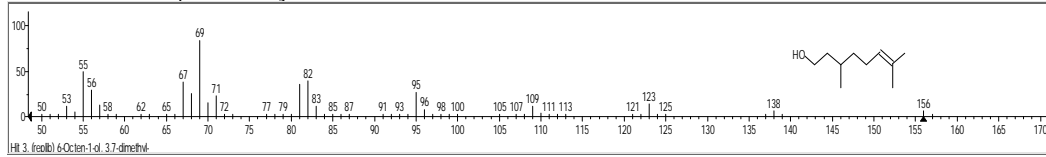
(R)-(+)- $\beta$ -Citronellol

Lib : Chuck Anderson, Aldrich Chemical Co.



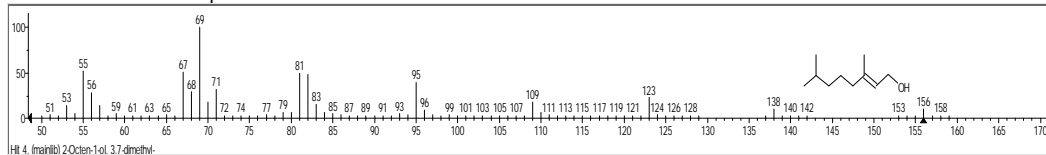
**$\beta$ -Citronellol**

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center



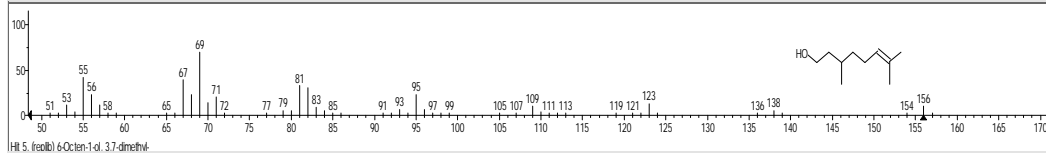
**$\beta$ -Citronellol**

Lib : Chemical Concepts



**2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-**

Lib : Insect Chem. Ecol. Lab., USDA, Beltsville, MD 20705

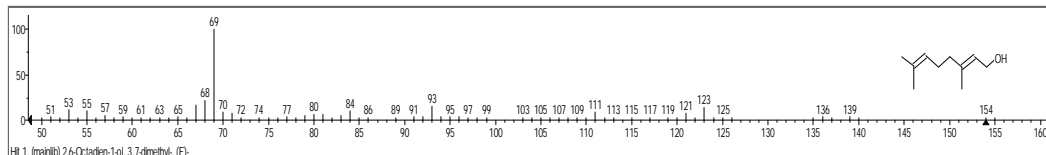


**$\beta$ -Citronellol**

Lib : NIST

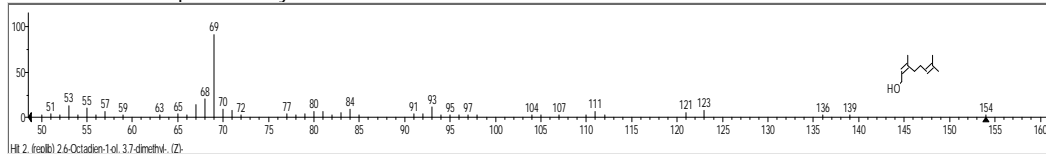
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS

Spectrum pada RT = 11.197 menit



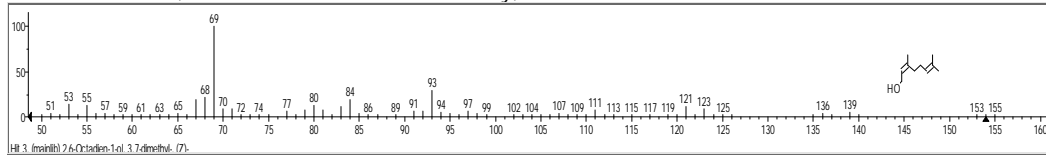
**trans-Geraniol**

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center



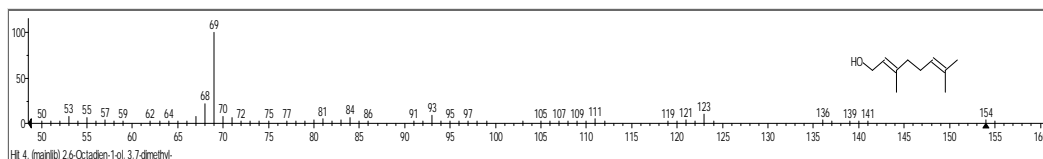
**cis-Geraniol**

Lib : Mark Whitten, Florida Museum of Natural History, U. of Florida



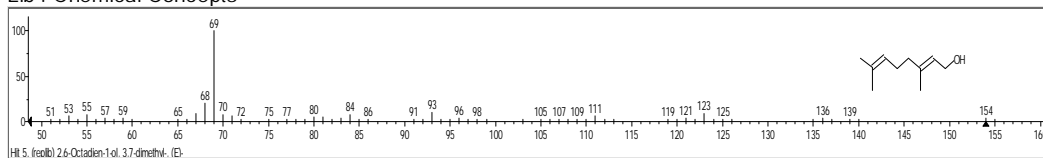
**cis-Geraniol**

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center



2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-

Lib : Chemical Concepts

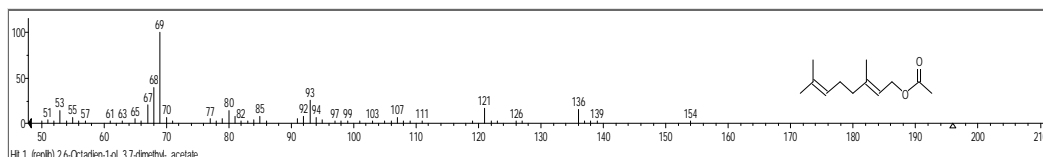


trans-Geraniol

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

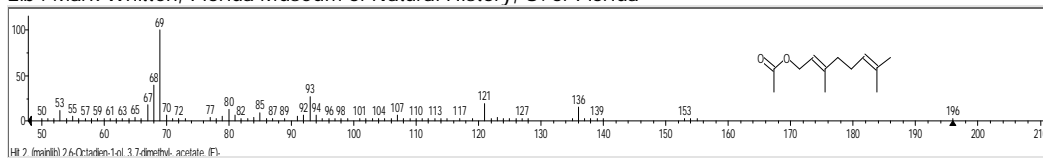
### SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS

Spectrum pada RT = 12.747 menit



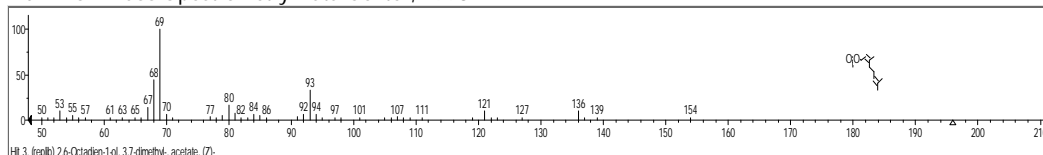
Geraniol acetate

Lib : Mark Whitten, Florida Museum of Natural History, U. of Florida



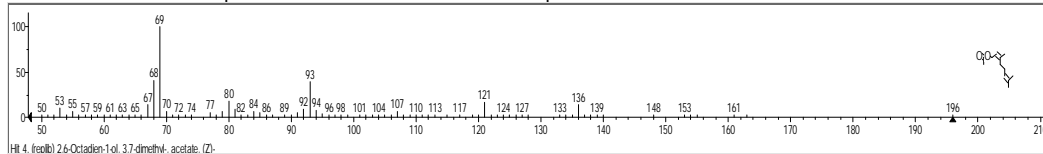
Acetic acid, geraniol ester

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center, 1998.



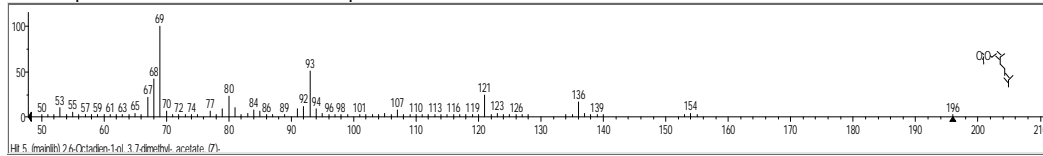
Nerol acetate

Lib : TNO Volatile Compounds in Food - Chemical Concepts



Nerol acetate

Lib : Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-5228

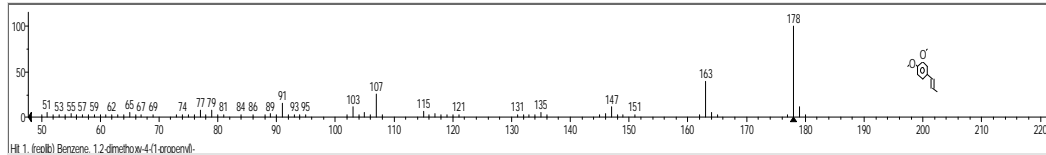


Nerol acetate

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center

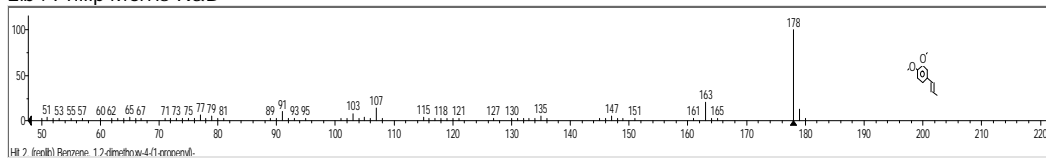
## SPEKTRUM HASIL ANALISA GC-MS

Spectrum pada RT = 14.308 menit



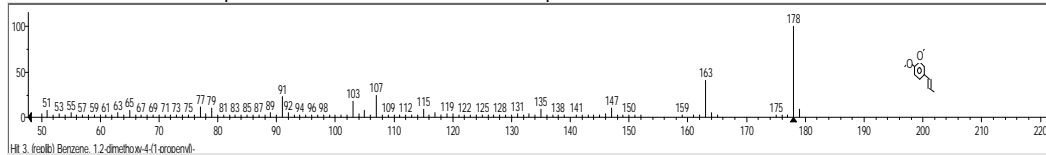
Isoeugenol methyl ether

Lib : Philip Morris R&D



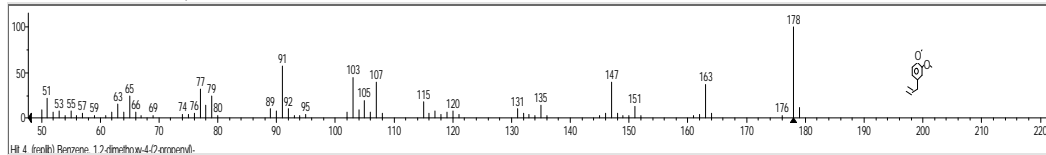
Isoeugenol methyl ether

Lib : TNO Volatile Compounds in Food - Chemical Concepts



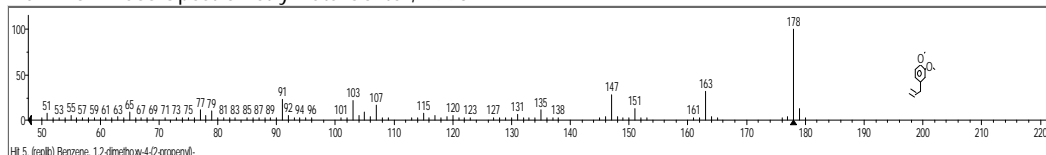
Isoeugenol methyl ether

Lib : R.T.HOLMAN,UNIVERSITY OF MINNESOTA



Eugenol methyl ether

Lib : NIST Mass Spectrometry Data Center, 1990.



Eugenol methyl ether

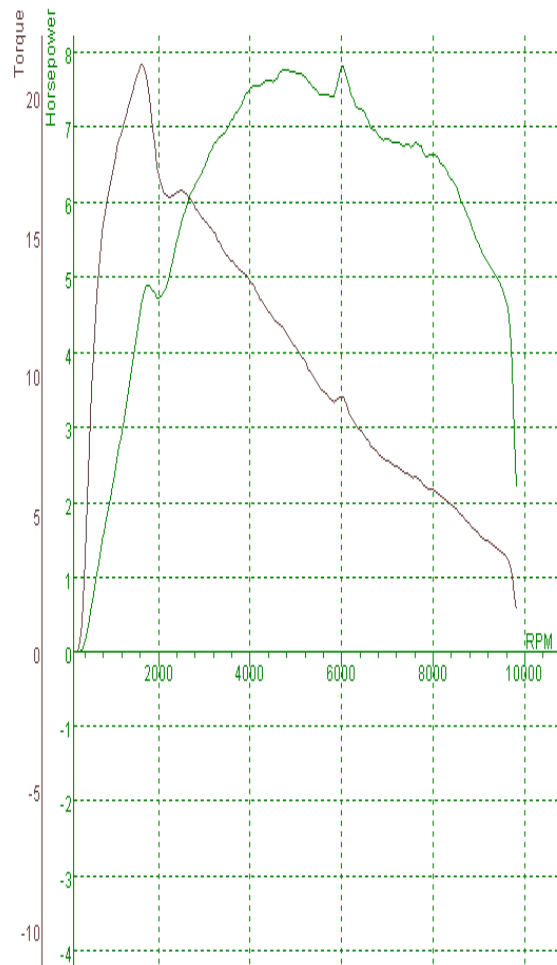
Lib : Japan AIST/NIMC Database- Spectrum MS-NW-2808

## Lampiran 7 uji performa

SPORIDYNO V3.3  
DYNAMOMETER: SD325  
ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction  
Correction Factor: ISO 1585  
NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
BEAT K 2753 DY TEST1 005	7.8 (7.8)/6010	21.15 (21.15)/1626	29.5 °C	60 %	1000.0 mbar	102.1	7/2/2014 8:57:56 PM



DATA FOR TEST: BEAT K 2753 DY TEST1 005

Comments  
STANDART

RPM	HP (HPQ (N*M*M)	LAMBDA 2
500	0.6	9.48
750	1.5	15.10
1000	2.4	17.69
1250	3.2	19.20
1500	4.1	20.63
1626	4.6	21.15
1750	4.9	20.41
2000	4.7	17.15
2250	5.1	16.42
2500	5.8	16.64
2750	6.2	16.16
3000	6.5	15.51
3250	6.8	14.94
3500	7.0	14.24
3750	7.3	13.80
4000	7.5	13.35
4250	7.6	12.66
4500	7.6	11.99
4750	7.8	11.59
5000	7.7	10.97
5250	7.6	10.26
5500	7.4	9.57
5750	7.4	9.09
6000	7.8	9.22
6010	7.8	9.22
6250	7.3	8.31
6500	7.2	7.79
6750	6.9	7.26
7000	6.8	6.90
7250	6.8	6.62
7500	6.7	6.35
7750	6.7	6.12
...	(more)	

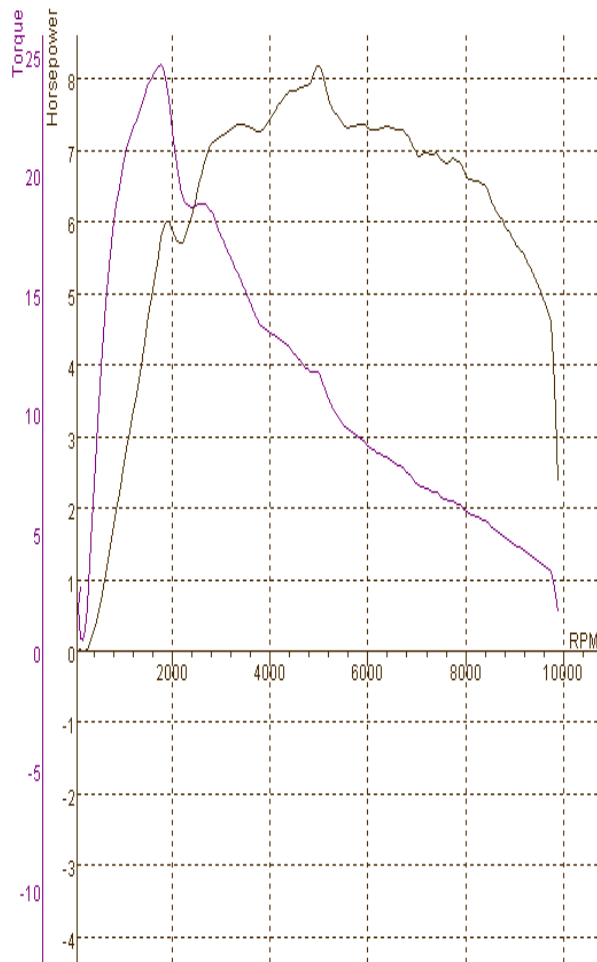
LOSSES: 0.0 HP 0.0N\*M\*M  
TOTAL ENGINE: 7.8HP 21.15N\*M\*M



SPORTDYNO V3.3  
 DYNAMOMETER: SD325  
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction  
 Correction Factor: ISO 1585  
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
BEAT K.2753 DY TEST1 010	8.2 (8.2) /4982	24.56 (24.56) /1754	29.5 °C	60 %	1000.0 mbar	102.0	7/2/2014 9:14:26 PM



DATA FOR TEST: BEAT K.2753 DY TEST1 010

Comments

STANDART PREMIUM + MINYAK SEREH 0.5

RPM	HP (HPQ (N*M*M)	LAMBDA 2
500	0.8	12.59
750	1.8	17.99
1000	2.6	20.61
1250	3.7	22.52
1500	4.7	23.77
1750	5.8	24.56
1754	5.8	24.56
2000	5.8	21.03
2250	5.8	18.72
2500	6.5	18.74
2750	7.1	18.49
3000	7.2	17.24
3250	7.3	16.17
3500	7.3	14.98
3750	7.3	13.86
4000	7.5	13.30
4250	7.7	12.93
4500	7.8	12.38
4750	7.9	11.85
4982	8.2	11.69
5000	8.2	11.64
5250	7.6	10.28
5500	7.4	9.45
5750	7.3	9.04
6000	7.3	8.60
6250	7.3	8.28
6500	7.3	7.93
6750	7.2	7.60
7000	6.9	7.01
7250	6.9	6.76
7500	6.9	6.46
7750	6.9	6.28

... (more)

LOSSES: 0.0 HP 0.0N\*M\*M  
 TOTAL ENGINE: 8.2HP 24.56N\*M\*M

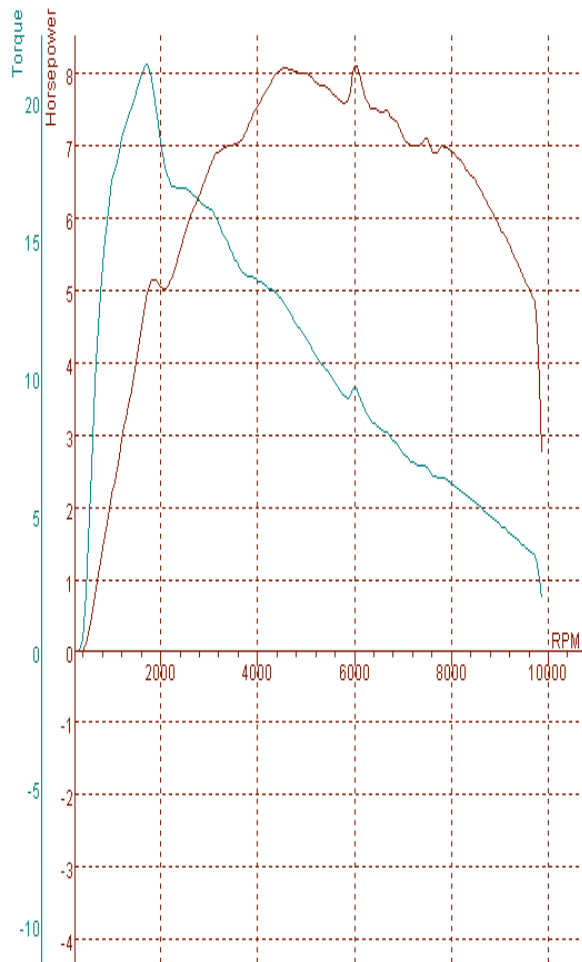
**SPORIDYNO V3.3**  
**DYNAMOMETER: SD325**  
**ROLLER INERTIA: 1.5**

Displacement Correction  
 Correction Factor: ISO 1585  
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
BEAT K 2753 DY TEST1 016	8.1 (8.1)/6023	21.30(21.30)/1703	29.5 °C	60 %	1000.0 mbar	101.0	7/2/2014 9:26:31 PM

DATA FOR TEST: BEAT K 2753 DY TEST1 016

Comments  
 STANDART PREMIUM + MINYAK SEREH 1 ML



RPM	HP (HP@)	(N*M*M)	LAMBDA 2
250	0.0	0.00	0.82
500	0.3	4.99	0.82
750	1.3	13.54	0.82
1000	2.4	17.50	0.82
1250	3.2	19.17	0.82
1500	4.2	20.60	0.82
1703	4.9	21.30	0.82
1750	5.1	21.11	0.82
2000	5.0	18.05	0.82
2250	5.2	16.87	0.82
2500	5.9	16.79	0.82
2750	6.3	16.37	0.82
3000	6.7	16.05	0.82
3250	6.9	15.32	0.82
3500	7.0	14.55	0.82
3750	7.2	13.69	0.82
4000	7.6	13.46	0.82
4250	7.9	13.17	0.82
4500	8.1	12.75	0.82
4750	8.0	11.98	0.82
5000	8.0	11.33	0.82
5250	7.8	10.60	0.82
5500	7.8	10.01	0.82
5750	7.6	9.36	0.82
6000	8.1	9.57	0.82
6023	8.1	9.55	0.82
6250	7.6	8.62	0.82
6500	7.5	8.13	0.82
6750	7.4	7.73	0.82
7000	7.1	7.17	0.82
7250	7.0	6.84	0.82
7500	7.1	6.66	0.82
...	(more)		

LOSSES: 0.0 HP 0.0N\*M\*M  
 TOTAL ENGINE: 8.1HP 21.30N\*M\*M

SPORTDYNO V3.3  
 DYNAMOMETER: SD32S  
 ROLLER INERTIA: 1.5

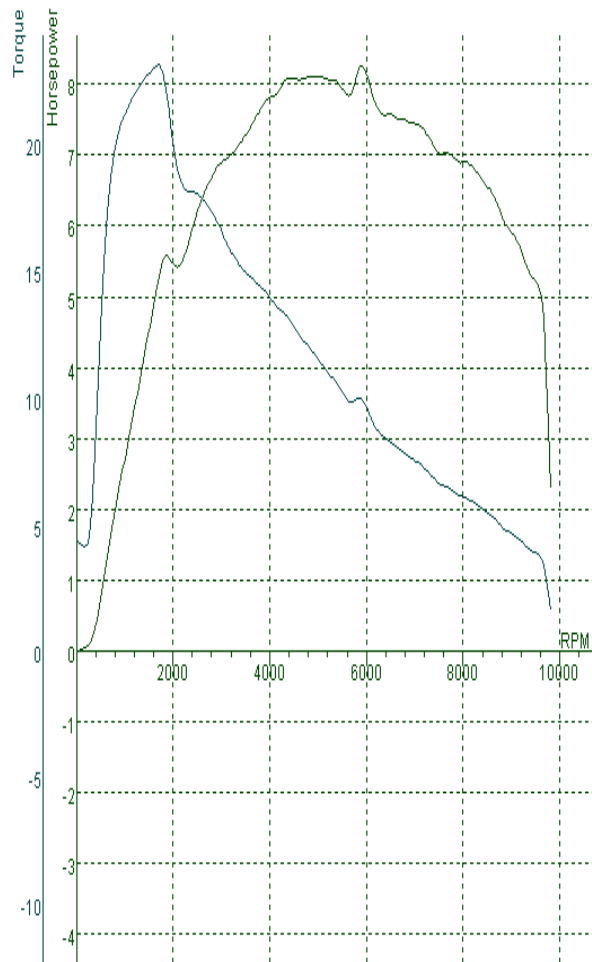
Displacement Correction  
 Correction Factor: ISO 1585  
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
BEAT K 2753 DY TEST1 022	8.3 (8.3) / 5882	23.09 (23.09) / 1708	29.5 °C	60 %	1000.0 mbar	101.8	7/2/2014 9:39:27 PM

DATA FOR TEST: BEAT K 2753 DY TEST1 022

Comments

STANDART PREMIUM + MINYAK SEREH 1 SML



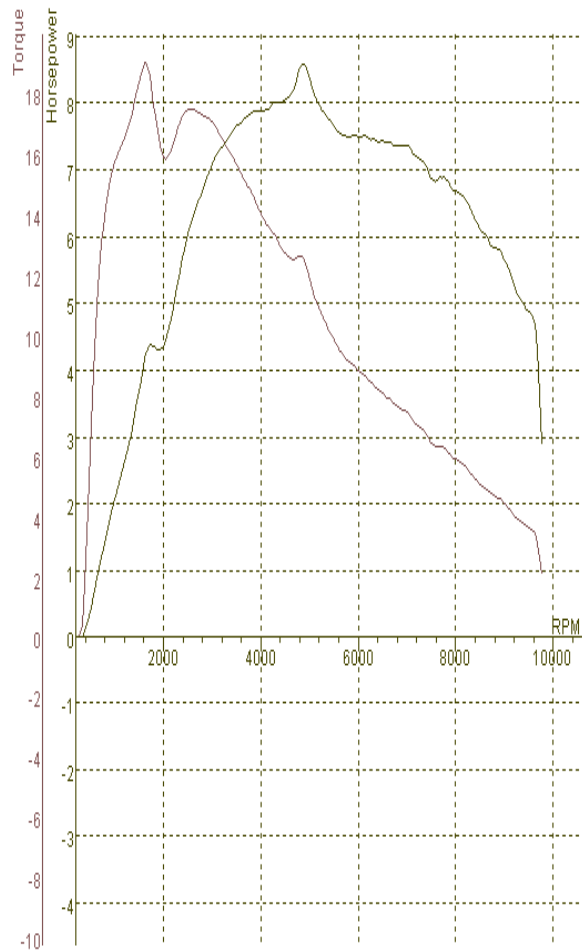
RPM	HP (HP@)	(N*M*M)	LAMBDA 2
250	0.1	4.94	0.82
500	0.8	13.63	0.82
750	1.8	19.33	0.82
1000	2.7	21.15	0.82
1250	3.6	22.12	0.82
1500	4.6	22.80	0.82
1708	5.3	23.09	0.82
1750	5.5	22.86	0.82
2000	5.5	19.89	0.82
2250	5.6	18.18	0.82
2500	6.3	18.01	0.82
2750	6.7	17.34	0.82
3000	6.9	16.49	0.82
3250	7.1	15.47	0.82
3500	7.3	14.90	0.82
3750	7.6	14.46	0.82
4000	7.8	13.88	0.82
4250	8.0	13.39	0.82
4500	8.1	12.80	0.82
4750	8.1	12.10	0.82
5000	8.1	11.51	0.82
5250	8.0	10.85	0.82
5500	7.9	10.19	0.82
5750	8.1	9.91	0.82
5882	8.3	9.97	0.82
6000	8.1	9.54	0.82
6250	7.6	8.64	0.82
6500	7.6	8.23	0.82
6750	7.5	7.86	0.82
7000	7.4	7.50	0.82
7250	7.3	7.10	0.82
7500	7.0	6.59	0.82
... (more)			

LOSSES: 0.0 HP 0.0N\*M\*M  
 TOTAL ENGINE: 8.3HP 23.09N\*M\*M

SPORIDYNO V3.3  
 DYNAMOMETER: SD325  
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction  
 Correction Factor: ISO 1585  
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
BEAT K 2753 DY TEST1 028	8.6 (8.6) / 4859	19.03 (19.03) / 1624	29.5 °C	60 %	1000.0 mbar	101.8	7/2/2014 10:02:12 PM



DATA FOR TEST: BEAT K 2753 DY TEST1 028

Comments  
 STANDART PREMIUM + MINYAK SEREH 2ML

RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
250	0.0	0.00
500	0.5	7.08
750	1.3	13.64
1000	2.1	15.83
1250	2.8	16.89
1500	3.8	18.55
1624	4.2	19.03
1750	4.4	18.31
2000	4.4	15.92
2250	5.2	16.79
2500	6.1	17.54
2750	6.6	17.34
3000	7.1	17.05
3250	7.4	16.36
3500	7.7	15.61
3750	7.8	14.85
4000	7.9	14.04
4250	8.0	13.39
4500	8.0	12.73
4750	8.4	12.62
4859	8.6	12.58
5000	8.4	11.89
5250	7.9	10.67
5500	7.6	9.86
5750	7.5	9.22
6000	7.5	8.81
6250	7.4	8.44
6500	7.4	8.08
6750	7.4	7.70
7000	7.4	7.44
7250	7.1	6.96
7500	6.9	6.46
...	(more)	

LOSSES: 0.0 HP 0.0N\*M\*M  
 TOTAL ENGINE: 8.6HP 19.03N\*M\*M

Lampiran 8 uji efisiensi

uji efisiensi

kemampuan mesin berjalan per 10ml  
bensin + minyak sereh wangi dengan perbandingan volume

Rpm	standar	1000;0.5	1000.1	1000;1.5	1000.2
1500	101.5 detik	102 detik	104 detik	105.7 detik	111.9 detik
2000	78.5 detik	84.9 detik	82.6 detik	84.4 detik	83.1 detik
2500	53.5 detik	57.2 detik	56.8 detik	61 detik	57.7 detik
3000	42.9 detik	47 detik	47.2 detik	46.3 detik	50.4 detik