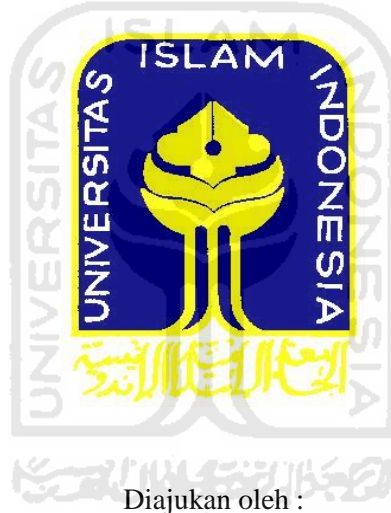


**PENGARUH BIOADITIF FRAKSI SITRONELAL DAN
FRAKSI SITRONELOL-GERANIOL TERHADAP
KUALITAS BAHAN BAKAR BIOSOLAR**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai Gelar
Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**



Diajukan oleh :

NADA KHONITAH

No. Mahasiswa : 16612094

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nada Khonitah

NIM : 16612094

Menyatakan seluruh komponen dan isi laporan dalam tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini bukan hasil sendiri, saya siap menanggung resiko dan konsekuensinya.

Yogyakarta, 24 Agustus 2020



Nada Khonitah

**PENGARUH BIOADITIF FRAKSI SITRONELAL DAN FRAKSI
SITRONELOL-GERANIOL TERHADAP KUALITAS BAHAN BAKAR
BIOSOLAR**

SKRIPSI

Yang diajukan oleh :

NADA KHONITAH

No. Mahasiswa : 16612094

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Prodi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Tanggal : 12 Agustus 2020

Dewan Penguji

1. Dr. Noor Fitri, M.Si
2. Muhammad Miqdam Musawwa, M.Sc
3. Dhina Fitriastuti, M.Sc

Tanda Tangan



Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk Mama dan Papa yang selalu berdoa dan memberi dukungan kepada saya, untuk abang dan ketiga adik saya yang selalu memberi semangat dan untuk saya sendiri yang telah menyelesaikan tugas akhir ini



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini tepat waktu. Shalawat dan salam kita sampaikan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang senantiasa menunjukkan umatnya pada jalan yang benar.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademis yang harus dipenuhi untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si) Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia dengan judul **“PENGARUH BIOADITIF FRAKSI SITRONELAL DAN FRAKSI SITRONELOL-GERANIOL TERHADAP KUALITAS BAHAN BAKAR BIOSOLAR”**.

Selama penyusunan skripsi ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis haturkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia - Nya
2. Keluarga tersayang, Mama, Papa, Bg Andi, Audi, Aldi dan Adit yang telah mendukung, memberi semangat, serta doa dalam penyusunan skripsi.
3. Prof. Riyanto., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
4. Dr. Dwiwarso Rubiyanto, M.Si. selaku ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

5. Noor Fitri, M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa mengarahkan dalam penyusunan Skripsi sehingga dapat tersusun dengan baik.
6. Teman-teman seperjuangan, Astri, Sekar, Fitri, Arlin dan Yanti yang telah memberi semangat dan dukungan saat penelitian dan penyusunan skripsi.
7. Amrullah Fuad yang selalu menemani dalam penyusunan dan memberikan semangat selama penelitian.
8. Faldi dan Kurnia selaku tim yang selalu mengajarkan dan berjuang dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 4 Agustus 2020

Penulis

NADA KHONITAH

NIM 16612094

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB 3 DASAR TEORI.....	7
3.1 Minyak Atsiri	7
3.2 Tanaman Serai wangi	7
3.3 Minyak Serai Wangi	8
3.4 Sitronelal	9
3.5 Sitronelol-Geraniol.....	9
3.6 Bahan Bakar Minyak.....	11
3.7 Biosolar	11

3.8 Bioaditif Bahan Bakar.....	13
3.9 Densitas.....	14
3.10 Konsumsi Bahan Bakar.....	15
3.11 Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa.....	15
3.12 Destilasi Fraksinasi Vakum.....	19
3.13 Viskositas.....	20
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	21
4.1 Alat.....	21
4.2 Bahan.....	21
4.3 Prosedur Penelitian.....	21
4.3.1 Bagan Alir Penelitian.....	21
4.3.2 Fraksinasi Vakum.....	22
4.3.3 Karakterisasi Fisika Kimia Minyak Serai dan Fraksi.....	23
4.3.3.1 Uji Indeks Bias.....	23
4.3.3.2 Uji Densitas.....	24
4.3.3.3 Uji GC-MS.....	24
4.3.4 Formulasi Blending.....	25
4.3.5 Karakterisasi Fisika Biosolar.....	26
4.3.5.1 Uji Densitas.....	26
4.3.5.2 Uji Viskositas.....	26
4.3.6 Uji Efisiensi Bahan Bakar.....	26
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
5.1 Minyak Serai Wangi.....	27
5.2 Isolasi Minyak Serai Wangi.....	28
5.2.1 Isolasi Sitronelal.....	31
5.2.2 Isolasi Sitronelol-Geraniol.....	33

5.2 Karakterisasi Fisika Minyak Serai Wangi dan Fraksi.....	38
5.3.1 Uji Indeks Bias	38
5.3.2 Uji Densitas	39
5.4 Karakteristik Fisika Biosolar dan Blending	40
5.5 Uji Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar.....	41
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	45
6.1 Kesimpulan	45
6.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Struktur Sitronelal.....	9
Gambar 3.2 Struktur Sitronelol-Geraniol	10
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian	21
Gambar 4.2 Alat Destilasi Fraksinasi Vakum	23
Gambar 5.1 Kromatogram Minyak Serai Wangi	27
Gambar 5.2 Kromatogram GC Fraksi Minyak Serai Wangi	30
Gambar 5.3 Kromatogram Fraksi Sitronelal	31
Gambar 5.4 Spektroskopi Massa Fraksi Sitronelal	32
Gambar 5.5 Pola Fragmentasi Fraksi Sitronelal.....	33
Gambar 5.6 Kromatogram Fraksi Sitronelol-Geraniol.....	34
Gambar 5.7 Spektroskopi Massa Fraksi Sitronelol	35
Gambar 5.8 Pola Fragmentasi Fraksi Sitronelol.....	36
Gambar 5.9 Spektroskopi Massa Fraksi Geraniol	37
Gambar 5.10 Pola Fragmentasi Fraksi Geraniol	38
Gambar 5.11 Hasil Refraktometer Sampel.....	39
Gambar 5.12 Grafik Kenaikan Konsumsi Bahan Bakar	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Standar Mutu Minyak Serai Wangi di Indonesia	8
Tabel 3.2 Data sifat fisik dan kimia biosolar.....	12
Tabel 4.1 Optimasi Alat GC-MS	25
Tabel 5.1 Pembagian Fraksi Minyak Serai Wangi	28
Tabel 5.2 Hasil Karakteristik Fisika Biosolar dan Blending	40
Tabel 5.3 Hasil Konsumsi Bahan Bakar	42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penentuan Titik Didih Pada Tekanan 30 mmHg Menggunakan Persamaan Clausius Clapeyron	51
Lampiran 2. Hasil GC-MS Minyak Serai Wangi dan Fraksi	54
Lampiran 3. Hasil Pengujian Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar	60
Lampiran 4. Dokumentasi Alat Mesin Diesel	62



**PENGARUH BIOADITIF FRAKSI SITRONELAL DAN FRAKSI
SITRONELOL-GERANIOL TERHADAP KUALITAS BAHAN BAKAR
BIOSOLAR**

INTISARI

Nada Khonitah

NIM : 16612094

Penggunaan bahan bakar minyak untuk mesin diesel semakin meningkat menyebabkan cadangan bahan bakar menipis. Selain itu, pencemaran udara meningkat disebabkan penggunaan bahan bakar yang berlebihan sehingga membahayakan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, untuk meningkatkan mutu bahan bakar dan mengurangi pencemaran udara perlu ditambahkan zat aditif yang ramah lingkungan. Minyak atsiri merupakan senyawa yang memiliki sifat *volatile*. Beberapa minyak atsiri yang mengandung atom oksigen dapat meningkatkan pembakaran dalam mesin. Sitronelal, Sitronelol dan Geraniol merupakan komponen utama minyak serai wangi yang dapat digunakan sebagai bioaditif bahan bakar minyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bioaditif fraksi sitronelal dan fraksi sitronelol-geraniol terhadap efisiensi konsumsi penggunaan bahan bakar biosolar. Tahap penelitian : fraksinasi vakum minyak serai wangi, karakterisasi fisika kimia minyak serai wangi, fraksi sitronelal, fraksi sitronelol dan geraniol, blending bioaditif dengan biosolar, karakterisasi fisika blending biosolar dan uji efisiensi konsumsi bahan bakar. Hasil fraksinasi vakum pada tekanan 30 mmHg memurnikan sitronelal menjadi 76,48%, sitronelol 37,37% dan geraniol 22,04%. Dari hasil pengujian efisiensi konsumsi bahan bakar diperoleh konsentrasi optimal bioaditif 0,5% dan peningkatan efisiensi konsumsi sebesar 46,43% pada fraksi sitronelal, 34,52% fraksi sitronelol-geraniol dan minyak serai wangi 30,95%.

Kata kunci : Minyak serai wangi, sitronelal, sitronelol, geraniol, bioaditif, biosolar

**BIOADDITIVE EFFECT OF CITRONELLAL FRACTION AND
CITRONELLOL-GERANIOL FRACTION ON THE QUALITY OF
BIODIESEL FUEL**

ABSTRACT

Nada Khonitah

NIM : 16612094

The use of fuel for diesel engines is increasing, causing fuel reserves to decrease. In addition, air pollution has increased due to excessive use of fuel, which is harmful to the environment and public health. Therefore, to improve fuel quality and reduce air pollution, environmentally friendly additives are added. Essential oil is volatile compound. Some essential oil contains compounds that have oxygen atom and it can increase fuel combustion in the engine. Citronellal, citronellol and geraniol are the main components of citronella oil which can be used as fuel additives. The purpose of this study was to determine the bioadditive effect of citronellal fraction and citronellol-geraniol fraction on the efficiency of consumption of biodiesel fuel. The research stage include : vacuum fractionation of citronella oil, chemycal physical characteristics of citronella oil, citronellol fraction and citronellol-geraniol fraction, bioadditive blending with biosolar, physical characteristics of blending biosolar and efficiency of fuel consumption test. The result of vacuum fractionation at 30 mmHg purifies up to 76,48% for citronellal, citronellol 37,37% and geraniol 22,04%. The optimum concentration of bioadditives that can improve the efficiency is 0,5% the efficiency increases by 46,43% for citronellal fraction, 34,52% for citronellol-geraniol fraction and 30,95% of citronella oil 30,95%.

Keywords : Citronella Oil, citronellal, citronellol, geraniol, bioadditive, biosolar.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini penggunaan bahan bakar jenis minyak semakin meningkat sehingga cadangan minyak bumi di Indonesia menipis dan semakin naik impor minyak bumi. Selain itu polusi udara menjadi meningkat akibat penggunaan bahan bakar minyak yang berlebihan. Polusi udara merupakan bahan-bahan pencemar yang masuk kedalam ambien udara sehingga menyebabkan rusaknya fungsi dari udara. Polusi udara tersebut berasal dari transportasi limbah gas buang industri dan mesin diesel (Lawang, 2019). Mesin diesel dapat mengubah energi kimia yang ada di dalam bahan bakar menjadi tenaga mekanik namun gas tersebut mengandung beberapa gas yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Gas tersebut seperti emisi dari partikulat, CO, hidrokarbon, NO_x, dan SO₂. Untuk mengatasi emisi akibat pembakaran bahan bakar pada mesin diesel, dapat digunakan bahan bakar dengan angka setana yang tinggi (Sudrajad, 2005).

Peningkatan mutu bahan bakar diesel dipengaruhi oleh dua hal, yaitu parameter bahan bakar dan ketersediaan oksigen yang cukup. Sedangkan parameter yang mempengaruhi kinerja bahan bakar diesel adalah kerapatan, kekentalan, titik anilin dan indeks diesel yang dimiliki oleh mesin diesel (Callahan dkk, 1987).

Salah satu bahan bakar minyak yang digunakan untuk mesin diesel adalah solar. Tahun 2005 BPS mencatat konsumsi minyak solar 27 juta kL dan tahun 2014 mengalami kenaikan menjadi 32.7 juta kL. Produksi minyak solar di Indonesia sekitar 20 juta Kl, sehingga dilakukan impor untuk mencukupi kebutuhan minyak solar tersebut (Setyaningsih, 2018).

Di Indonesia untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak solar dan mengatasi menipisnya cadangan minyak bumi, pemerintah mengeluarkan bahan bakar minyak biosolar. Biosolar merupakan bahan bakar yang berasal dari minyak

nabati dan minyak hewan, dapat digunakan sebagai pengganti solar karena memiliki sifat pembakaran yang sama dengan solar (Cappenberg, 2017).

Bahan bakar yang tanpa menggunakan zat aditif tidak akan mengalami masalah yang signifikan, tetapi untuk meningkatkan pembakaran bahan bakar dan mengurangi polusi udara dapat dilakukan dengan mencampurkan bahan bakar dengan zat aditif. Menurut Choi (1999) oksigen yang terdapat didalam zat aditif akan bereaksi dengan bahan bakar dan menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O), sehingga pembakaran menjadi sempurna. Zat aditif terbagi menjadi dua macam, yaitu aditif sintesis (aditif buatan) dan bioaditif (berasal dari tumbuhan). Aditif sintesis yang digunakan yaitu Tetra Ethyl Lead ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$), Tetra Methyl Lead ($\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$) dan Metil Cyclopentadienyl Magnestricarbonyl ($\text{CH}_3\text{C}_5\text{H}_4\text{Mn}(\text{CO})_3$). Jenis aditif ini tidak digunakan karena kandungan logam Pb akan menimbulkan gas buang yang bersifat racun. 95% dari logam berat akan dilepaskan ke udara ketika dibakar yang dapat membahayakan kesehatan dalam jangka panjang, sehingga aditif yang efektif untuk digunakan adalah bioaditif yang berasal dari tumbuhan. Tumbuhan-tumbuhan tersebut diubah menjadi minyak atsiri.

Minyak atsiri merupakan senyawa organik alami yang berasal dari tumbuhan yang memiliki sifat *volatil*, mengandung senyawa hidrokarbon bercabang, mempunyai titik didih dan viskositas yang rendah. Minyak-minyak atsiri tersebut seperti minyak nilam, minyak akar wangi, minyak kenanga, minyak cengkeh, minyak kayu putih, minyak cendana, minyak serai wangi dan minyak sereh dapur (Ma'mun dkk, 2011).

Salah satu minyak atsiri yang digunakan sebaga bioaditif bahan bakar adalah minyak serai wangi. Kandungan utamanya adalah sitronelal, sitronelol dan geraniol (Lestari, 2012). Penggunaan minyak bioaditif minyak serai wangi dalam bahan bakar karena senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi yaitu sitronelol dan geraniol memiliki atom oksigenat. Oksigenat merupakan senyawa organik cair yang mengandung atom oksigen yang dapat dicampur ke dalam bahan bakar

minyak. Menurut Kadarohman (200), atom oksigen yang terdapat pada minyak atsiri dapat memberikan oksigen dalam bahan bakar sehingga meningkatkan pembakaran dalam mesin, minyak atsiri juga dapat larut dalam minyak solar (Kadorohman, 2009).

Berdasarkan latar belakang ini, penelitian yang dilakukan penulis mengenai pengaruh bioaditif fraksi sitronelal dan fraksi sitronelol-geraniol terhadap kualitas bahan bakar biosolar melalui efisiensi konsumsi bahan bakar biosolar.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara pemurnian fraksi sitronelal dan fraksi sitronelol-geraniol dari minyak sereh wangi?
2. Bagaimana pengaruh bioaditif fraksi sitronellal dan fraksi sitronellol-geraniol terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar biosolar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pemurnian fraksi sitronelal dan fraksi sitronelol-geraniol.
2. Mengetahui pengaruh bioaditif fraksi sitronelal dan fraksi sitronelol-geraniol terhadap efisiensi konsumsi penggunaan bahan bakar biosolar.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memaksimalkan fungsi minyak sereh dalam pemanfaatan fraksi sitronelal dan fraksi sitronelol-geraniol sebagai zat bioaditif bahan bakar mesin diesel.
2. Menghemat penggunaan bahan bakar minyak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Seiring meningkatnya penggunaan mesin diesel maka semakin menipisnya cadangan bahan bakar minyak sehingga harus menghemat atau mencari alternatif lain. Selain itu, penggunaan bahan bakar minyak yang berlebihan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia. Menurut penelitian Suwanto dan Basri (2018), mengatakan persediaan minyak bumi semakin berkurang dan diperkirakan minyak bumi akan habis. Bahan bakar yang dihasilkan oleh minyak bumi seperti bensin, minyak tanah, solar dan lain sebagainya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan bahan baku yang berkualitas rendah dan ramah lingkungan seperti pencampuran bisolar dengan bahan bakar konvensional yang cukup murah dan memiliki dampak positif terhadap emisi gas buang.

Kadarohman (2009), mengatakan mesin diesel dapat mengubah energi kimia yang terdapat dalam bahan bakar menjadi tenaga mekanik. Gas yang dikeluarkan oleh mesin diesel mengandung emisi yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Emisi tersebut seperti CO, hidrokarbon, NO_x dan SO₂. Efek samping dari emisi tersebut seperti sakit kepala, iritasi mata, pernapasan dan kanker. Sedangkan emisi hidrokarbon dan Nox dapat menyebabkan terjadinya peristiwa smog atau kabut fotokimia.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin diesel menurut Muntaha (2015), dengan membuat reaksi pembakaran berlangsung sempurna pada mesin dengan memperbanyak oksigen pada bahan bakarnya yaitu dengan menambahkan zat aditif yang memiliki oksigen yang banyak dan dapat larut dalam bahan bakar. Aditif pada bahan bakar telah dilakukan, tetapi aditif tersebut menimbulkan efek negatif pada performa mesin. Setelah dilakukan eksplorasi mengenai bioaditif, aditif yang ramah lingkungan

adalah minyak atsiri. Minyak atsiri memiliki sifat yang larut dalam bahan bakar solar dan mengandung banyak atom oksigen. Senyawa dalam bentuk siklis dan rantai terbuka merupakan hal yang penting dari struktur senyawa penyusun minyak atsiri karena dapat menurunkan kekuatan ikatan antar molekul sehingga proses pembakaran menjadi efektif (Kadarohman, 2009). Selain minyak atsiri, pada penelitian Shah (2018), bioaditif ramah lingkungan lainnya yaitu menggunakan minyak nabati yang berasal dari lesitin-kacang kedelai yang dicampurkan dengan minyak karanj (*Pongamia Pinnata*). Hasil dari penelitiannya terjadi perubahan yang tidak terlalu signifikan pada kinerja mesin, emisi gas buang dan injektor mesin.

Berdasarkan penelitian Agustian, dkk (2014) sereh wangi berpotensi sebagai bioaditif karena kandungan sitronelal yang merupakan rantai lurus monoterpen, sehingga mengandung banyak oksigen. Suplai oksigen dapat memaksimalkan proses pembakaran mesin. Penelitian yang dilakukan berupa destilasi menggunakan gelombang mikro dengan bahan dasar serai wangi. Menggunakan dua pelarut yaitu etanol 96% dan n-heksan pada suhu 70 °C selama 2 jam. Rendemen serai wangi dengan pelarut etanol 96% sebesar 1,4% sedangkan rendemen pelarut n-heksan sebesar 1,2%. Analisa komponen minyak serai menggunakan instrumen GC-MS yaitu sitronellal sebesar 16,5%, sitronellol 8,87% dan geraniol 5,86%.

Setyaningsih Dwi, Faiziin dan Muna (2018), melakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik dan konsumsi spesifik bahan bakar biosolar yang dicampur bioaditif minyak atsiri dan fraksi turunannya pada konsentrasi 0.1% ; 0,5% dan 1%. Hasil yang diperoleh pada uji densitas yaitu biosolar yang ditambahkan bioaditif mengalami peningkatan nilai densitas sebesar 850,255 kg/m³. Uji nilai kalor pada biosolar yang ditambahkan bioaditif mengalami penurunan tetapi masih dalam rentang yang aman yaitu 37000-42700 j/g. Sedangkan nilai torsi biosolar beraditif memiliki trend yang sama pada putaran 1600 sampai 2300 rpm. Bahan bakar dengan campuran eugenol-serai wangi menurunkan laju konsumsi bahan bakar pada konsentrasi 0,1% sebesar 7,55%.

Sedangkan pada penelitian Rosyadi (2016), konsumsi bahan bakar motor diesel dengan aditif minyak jarak dan biosolar pada konsentrasi 10% di putaran 1500 dan 2000 rpm lebih irit bila dibandingkan dengan konsentrasi 15% dan 20% dan tanpa campuran.

Najibullah, dkk (2017), melakukan penelitian bioaditif minyak jarak dan hasil yang diperoleh nilai konsumsi bahan bakar yang paling tinggi terdapat pada campuran minyak jarak dan bioaditif dari minyak cengkeh sebanyak 9,5% dan 0,5% dengan nilai konsumsi bahan bakar sebesar 24,36 kg/h. Sedangkan nilai efektif konsumsi bahan bakar sebesar 0,870 kg/kWh.



BAB III

DASAR TEORI

3.1 Minyak Atsiri

Minyak atsiri merupakan salah satu minyak yang berasal dari tumbuh-tumbuhan serta memiliki banyak manfaat. Memiliki karakteristik berupa cairan kental dan disimpan pada suhu ruang. Minyak atsiri dapat diperoleh dari berbagai bagian tanaman seperti daun, bunga, buah, biji, kulit buah, batang dan akar. Ciri utama minyak atsiri adalah mudah menguap dan memiliki aroma yang khas (Rusli, 2010). Minyak atsiri mengandung senyawa yang digolongkan dalam empat senyawa dominan yaitu terpena, hidrokarbon berantai lurus, senyawa turunan benzena dan senyawa spesifik untuk masing-masing tanaman (Guenther, 2006)

Minyak atsiri dapat diperoleh menggunakan destilasi, yaitu destilasi air, destilasi uap air dan destilasi uap (Sastrohamidjojo, 2004). Penggunaan minyak atsiri dapat ditemukan diberbagai bidang industri, seperti industri kosmetik yaitu sampo, pasta gigi, sabun maupun parfum atau pada industri makanan dan obat yaitu bahan pengawet, antibakteri, anti infeksi dan sebagai insektisida (Nugroho, 2017).

3.2 Tanaman Serai Wangi

Tanaman tropis ini tumbuh dengan baik pada suhu 10 hingga 33 °C dengan sinar matahari yang cukup. Pertumbuhan tanaman yang baik diperoleh pada daerah dengan curah hujan 700-3000 mm dengan hujan tersebar merata sepanjang tahun. Serai wangi merupakan tanaman stolonifera yang dibedakan berdasarkan morfologis dan fisiologis. Tanaman serai ini dapat tumbuh dengan optimal pada ketinggian 1000 meter dpl. Penanaman pada tanah yang memiliki pH 5 sampai 7 dan memiliki drainase yang baik merupakan kondisi ideal bagi serai untuk tumbuh (Sumiarta, 2012).

3.3 Minyak Serai Wangi

Serai dibagi menjadi 2 jenis, yaitu serai wangi (*Citronella*) dan serai dapur (*Lemongrass*) yang memiliki aroma berbeda. Minyak serai yang dikenal di Indonesia merupakan minyak serai wangi (*Citronella oil*). Komponen utama dari serai wangi adalah *Citronella* sedangkan komponen utama dari serai dapur adalah Sitral (Feriyanto, 2013).

Minyak serai wangi merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang sering disebut sebagai minyak terbang karena mudah menguap dan memiliki komposisi serta titik didih yang berbeda-beda (Ferdayanti dkk, 2004). Minyak serai wangi dimanfaatkan di berbagai bidang industri seperti industri bahan perisa dan pewangi. Kandungan utamanya, yaitu sitronelal, sitronelol dan geraniol yang menjadi salah satu parameter mutu minyak serai wangi (Lestari, 2012).

Standar mutu minyak serai wangi ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) pada tahun 1995 dan menjadi acuan sampai sekarang. Standar mutu minyak serai wangi dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 3.1. Standar Mutu Minyak Serai Wangi di Indonesia (SNI 06-3953-1995)

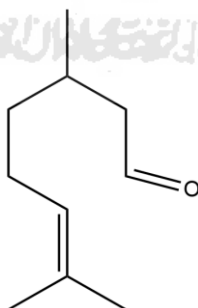
No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Bobot jenis 20°C	-	0,888 – 0,922
2	Viskositas	CSt	2,3245
3	Indeks bias 20°C	-	1,466 – 1,475
4	Bilangan ester	-	-
5	Total geraniol	%	Min 85
6	Sitronelal	%	Min 35
7	Bilangan asam	-	-
8	Putaran optik	-	-
9	Warna	-	Kuning pucat – kecoklatan
10	Kelarutan dalam alkohol 95%	-	1:2 jernih dan seterusnya

Standar mutu minyak serai wangi untuk kualitas ekspor dianalisis dengan kriteria fisik, yaitu berdasarkan warna, bobot jenis, indeks bias dan secara kimia berdasarkan total geraniol dan total sitronelal (Utomo, 2009). Berdasarkan penelitian Solanki (2018), dilakukan teknik sono hidrodistilasi untuk mengisolasi minyak serai wangi. Tujuan teknik ini dilakukan karena dapat mengefisiensi energi dan ramah lingkungan. Teknik sono hidrodistilasi ini menggabungkan gelombang ultrasonik dan konvensional.

3.4 Sitronelal

Sitronelal berwujud cair, mempunyai titik didih 47 °C pada tekanan 1 mmHg, larut dalam alkohol, sangat sedikit larut dalam air, mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{18}O$ dan massa molekul 154,24 g/mol (Windholz dkk, 1983). Morrison (1986) menyebutkan bahwa sitronelal senyawa aldehida tak jenuh yang memiliki satu atom karbon asimetris pada C nomor tiga, sehingga mempunyai dua bentuk stereoisomer atau sepasang enantiomer, (R)-sitronelal dan (S)-sitronelal.

Kegunaan sitronelal sebagai pewangi sabun dan detergen sedangkan kegunaan utamanya untuk produksi isopulegol, sitronelol dan hidroksisitronelal (Bauer dkk, 1997). Struktur sitronelal dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



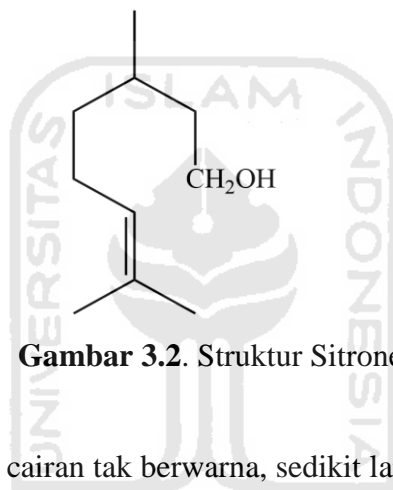
Gambar 3.1. Struktur Sitronelal

3.5 Sitronelol – Geraniol

Minyak serai wangi mengandung komponen kimia yang cukup kompleks, namun komponen paling penting adalah sitronelol dan geraniol. Kadar komponen penyusun utamanya tidak tetap dan tergantung beberapa faktor. Salah satu

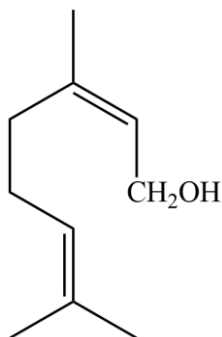
faktornya adalah jika kadar geraniol tinggi maka kadar sitronelol juga tinggi (Guenther, 1990).

Sitronelol atau dihidrogeraniol merupakan suatu monoterpena alami dengan rumus molekul $C_{10}H_{20}O$ yang diperoleh dari minyak sereh wangi dan minyak cengkeh. Sitronelol diperoleh dengan mereduksi sitronelal yang terdapat dalam minyak serai wangi. Kandungan sitronelol dalam minyak sereh wangi berkisar 12-15%. Sitronelol cairan yang tak berwarna dan memiliki bau seperti bunga mawar (Agustian, 2007). Struktur sitronelol dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 3.2. Struktur Sitronelol

Geraniol merupakan cairan tak berwarna, sedikit larut dalam air, larut dalam pelarut organik dan digunakan sebagai pengusir nyamuk (Barnard, 2004). Geraniol memiliki rumus molekul $C_{10}H_{18}O$, berat molekul 154 g/mol, memiliki gugus hidrokarbon, OH dan ikatan C rangkap. Adapun struktur dari geraniol sebagai berikut



Gambar 3.3. Struktur Geraniol

3.6 Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar merupakan suatu material yang dapat terbakar dan melepaskan energi. Secara umum terdiri dari hidrogen dan karbon. Oleh karena itu, bahan bakar yang dibentuk unsur hidrogen dan karbon disebut bahan bakar hidrokarbon dengan rumus umum C_nH_m (Muchammad, 2010). Bahan bakar terdiri dari tiga jenis yaitu bahan bakar fosil, bahan bakar mineral dan bahan bakar nabati. Bahan bakar minyak adalah bahan bakar yang diproses dari pengilangan minyak bumi dan minyak nabati.

Pada putaran tinggi, injeksi bahan bakar perlu ditingkatkan sehingga pembakaran optimal dengan demikian emisi gas buang yang dihasilkan lebih baik. Selain proses pembakaran, pemilihan bahan bakar harus menjadi perhatian, karena kualitas bahan bakar akan mempengaruhi emisi gas buang bagi lingkungan (Cappenberg, 2017).

3.7 Biosolar

Biosolar merupakan sumber energi yang dapat diperbarui karena berasal dari minyak nabati dan hewan. Secara kimia, biosolar dihasilkan dari pencampuran monoalkyl ester yang merupakan rantai panjang asam lemak. Biosolar mempunyai sifat pembakaran yang hampir sama dengan solar. Tidak mengandung nitrogen atau senyawa aromatik, mengandung $\pm 11\%$ oksigen dalam persen berat yang mengakibatkan berkurangnya kandungan energi namun menurunkan kadar emisi gas buang yang berupa CO, HC, PM dan jelaga (Cappenberg, 2017).

Biosolar memiliki angka setana 51 hingga 55 atau lebih tinggi dari solar standar sekitar 48. Semakin tinggi angka setana, makin sempurna pembakaran sehingga polusi dapat ditekan. Selain itu kerapatan energi per volume yang diperoleh juga semakin besar. Campuran FAME menurunkan sulfur sehingga tidak lebih dari 500 ppm. Biosolar memiliki keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar lain, yaitu:

1. Lebih mudah ditransportasikan.

2. Memiliki kerapatan energi per volume yang tinggi.
3. Memiliki karakter pembakaran yang relatif bersih.
4. Ramah lingkungan.

Selain itu biosolar memiliki kelemahan, yaitu tidak cocok digunakan untuk kendaraan bermotor yang memerlukan kecepatan dan daya karena biosolar menghasilkan tenaga yang lebih rendah dibandingkan solar (Mukti, 2017).

Berikut sifat fisik dan kimia biosolar dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 3.2. Sifat Fisika dan Kimia Biosolar

No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1	Bilangan Cetana	-	48	-
	Angka atau Indeks Setana	-	45	-
2	Berat Jenis (pada suhu 15 °C)	Kg/m ³	815	860
3	Viskositas (pada suhu 40 °C)	Mm ² /sec	2,0	4,5
4	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,35
			-	0,30
			-	0,25
			-	0,05
4	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,005
			-	
			-	
			-	
5	Distilasi 90 % vol. penguapan	°C	-	370
6	Titik Nyala	°C	52	-
7	Titik Tuang	°C	-	18
8	Residu Karbon	% m/m	-	0,1
9	Kandungan Air	Mg/kg	-	500
10	Biological Growth	-	nihil	

11	Kandungan FAME	% v/v	-	-
12	<i>Kandungan Metanol</i>	% v/v	Tak deteksi	
13	<i>Korosi Bilah Tembaga</i>	menit	-	Kelas 1
14	Kandungan Abu	% v/v	-	0,01
15	Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01
16	Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr	-	0
17	Bilangan Asam Total	mgKOH/gr	-	0,6
18	Partikulat	mg/l	-	-
19	Penampilan Visual	-	Jernih dan Terang	
20	Warna	No. ASTM	-	3,0
21	Lubricity	Micron	-	460

(Sumber Pertamina, 2015)

3.8 Bioditif Bahan Bakar

Zat aditif merupakan suatu senyawa yang ditambahkan ke dalam senyawa lain untuk menjalankan fungsi spesifik, seperti aditif penghilang korosi, aditif penghilang endapan atau aditif peningkat angka oktana dan setana (Munawir, 2006). Syarat zat aditif yang baik mempunyai kandungan hidrokarbon dan oksigen serta mempunyai karakteristik yang sama dengan bahan bakar. Aditif yang ditambahkan pada bahan bakar berfungsi untuk meningkatkan sifat fisik dan kimianya sehingga kinerjanya meningkat. Peningkatan kinerja bahan bakar dapat memperbaiki pembakaran didalam ruang bakar sehingga tenaga engine meningkat, menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah dan menurunkan pengotoran serta keausan komponen engine (Haryono, 2019).

Aditif bahan bakar dibedakan menjadi dua jenis, yaitu aditif sintesi dan aditif yang berasal dari tumbuhan. Aditif yang sesuai untuk bahan bakar adalah aditif tumbuhan yang diolah menjadi minyak atsiri. Karena memiliki sifat mudah menguap, bobot jenis dan viskositas rendah, tersusun dari senyawa hidrokarbon dan

oksigen, larut sempurna di dalam bahan bakar, tidak mengandung logam berat dan dapat diperbarui (Setyaningsih, 2018). Kandungan oksigen yang terdapat di dalam minyak atsiri dapat mengoptimalkan proses pembakaran sehingga panas pembakaran menjadi lebih besar dan menghemat penggunaan bahan bakar untuk menghasilkan panas pembakaran (Setiawan, 2015).

3.9 Densitas

Densitas atau yang biasa disebut massa jenis merupakan nilai yang menunjukkan besarnya perbandingan antara massa benda dengan volume. Massa jenis suatu benda bersifat tetap artinya jika ukuran benda diubah maka massa jenisnya tetap, hal tersebut disebabkan oleh kenaikan massa benda dan kenaikan volume yang diikuti secara linear dengan kenaikan volume atau massa benda. Untuk menentukan massa benda dapat dilakukan dengan menimbang benda tersebut dengan timbangan sesuai, seperti neraca. Prinsip densitas massa jenis menggunakan prinsip kerja mekanika Newton yaitu dengan menggunakan prinsip hukum Archimedes (Halliday, 1997).

Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Setiap benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah. Satuan SI massa jenis adalah kilogram per meter kubik (kg/m^3). Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Dan suatu zat berapapun massa dan volumenya akan memiliki massa jenis yang sama (Soedoyo, 1999). Berikut rumus menghitung massa jenis zat cair:

$$\text{Massa jenis minyak} = \frac{(\text{massa piknometer} + \text{minyak}) - (\text{massa piknometer kosong})}{(\text{massa piknometer} + \text{aquadest}) - (\text{massa piknometer kosong})} \times \text{massa jenis aquadest}$$

3.10 Konsumsi Bahan Bakar

Besarnya daya suatu mesin disel merupakan hasil pembakaran campuran bahan bakar di dalam ruang silinder. Bahan bakar yang dikonsumsi mesin diesel dibandingkan dengan daya pembebanan yang dihasilkan tiap satuan waktu akan

diperoleh besaran yang disebut bahan bakar spesifik (Mukti,2017). Untuk mengetahui jumlah bahan bakar yang dibutuhkan maka dilakukan perhitungan konsumsi bahan bakar. Rumus konsumsi bahan bakar sebagai berikut (Arismunandar, 2004):

$$SFC = \frac{mf}{P}$$

Dimana: SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWh)

mf = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

P = daya (kW)

Sedangkan besarnya laju aliran massa bahan bakar (mf) dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Petrovsky, 1989) :

$$mf = \frac{Sgf \times Vf \times 10^{-3}}{tf} \times 3600$$

Dimana : mf = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

Sgf = Spesifik grafiti (g/ml), Sgf bensin adalah 0.15 g/ml

Vf = Volume bahan bakar yang diuji

tf = Waktu untuk menghabiskan bahan bakar yang diuji (detik)

3.11 Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (GC-MS)

Kromatografi Gas merupakan suatu teknik analisis yang menggunakan gas sebagai fase penggerak. Zat yang dipisahkan dilewatkan dalam kolom yang diisi dengan fase tidak bergerak. Gas pembawa mengalir melalui kolom dengan kecepatan tetap, memisahkan zat dalam gas atau cairan. Teknik ini dapat digunakan untuk identifikasi kualitatif maupun kuantitatif. Analisis secara kualitatif dengan membandingkan waktu retensi dari standar sampel. Kromatogram merupakan grafik berupa kerucut-kerucut atau dalam istilah modern disebut “peak”, hasil

rekaman yang menggambarkan urutan keluarnya komponen campuran dari kolom (Hendayana, 2006).

Pemisahan terjadi karena adanya proses partisi antara sampel dengan kedua fase. Fase diam akan menahan komponen-komponen sampel secara selektif berdasarkan koefisien distribusi (K_d), yaitu jumlah zat terlarut persatuan volume gas. Bila K_d besar, berarti jumlah zat terlarut yang tertahan dalam fase diam lebih besar sehingga akan bergerak perlahan melalui kolom, sedangkan bila K_d kecil maka senyawa akan bergerak lebih cepat (Pecsok, 1976). Berikut parameter dalam kromatografi gas:

a. Gas Pembawa

Gas yang dapat digunakan sebagai fase gerak dalam kromatografi gas harus bersifat inert (tidak bereaksi) dengan cuplikan maupun fase diam. Gas-gas yang biasa digunakan adalah helium, argon, nitrogen dan hidrogen. Karena gas disimpan dalam silinder baja bertekanan tinggi, maka gas tersebut akan mengalir dengan sendirinya secara cepat sambil membawa komponen-komponen campuran yang akan atau sudah terpisah. Dengan demikian gas tersebut disebut juga gas pembawa (carrier gas).

Gas helium memiliki efisiensi yang naik sebagai gas pembawa. Keuntungan gas helium adalah apabila percobaan dilakukan pada tekanan yang tetap, kecepatan alir akan berkurang ketika suhu naik. Keuntungan lainnya memberikan efisiensi relatif stabil dengan perubahan kecepatan alir (Hendayana, 2006).

b. Kolom

Kolom dalam kromatografi gas merupakan tempat terjadinya proses pemisahan. Jenis kolom yang digunakan adalah kolom terbuka yang terbuat dari pipa kapiler. Kolom terbuka lebih kecil dan lebih panjang dari kolom pak. Diameter kolom terbuka berkisar antara 0,1-0,7 mm dan panjangnya berkisar antara 15-100 m karena bagian dalam kolom terbuka tidak mampu menampung volume cuplikan yang banyak, namun dengan semakin panjangnya kolom diharapkan akan lebih

efisien dan perbedaan waktu retensi senyawa satu terhadap senyawa lainnya akan bertambah yang akan memberikan dampak pada peningkatan selektivitas (Hendayana, 2006).

Secara umum terdapat 2 jenis kolom, yaitu :

1. *Packed column*, umumnya terbuat dari kaca atau *stainless steel coil* dengan panjang 1-5 m dan diameter kira-kira 5 mm.
2. *Capillary column*, umumnya terbuat dari purified silicate glass dengan panjang 10-100 m dan diameter kira-kira 250 μ m.

c. Tempat Injeksi

Tempat injeksi merupakan tempat penyuntikan sampel baik sampel cair atau gas dengan syarat sampel tersebut harus mudah menguap dan stabil. Pada bagian ini biasanya ditambahkan alat *pyrolizer*, yaitu alat yang dapat mempirolisis bagian padat menjadi gas. Di dalam tempat injeksi sampel terdapat pemanas yang suhunya dapat diatur untuk menguapkan sampel. Suhu tempat penyuntikan sampel biasanya berkisar 50 °C diatas titik didih cuplikan.

d. Detektor

Berbagai jenis detektor dapat digunakan untuk mendeteksi komponen-komponen yang telah terpisahkan didalam kolom kromatografi gas. Jenis detektor meliputi daya hantar panas (*thermal conductivity detector*), detektor ionisasi nyala (*flame ionization detector*), detektor penangkap elektron (*electron capture detector*), detektor fotometri nyala (*flame photometric detector*) dan detektor nyala alkali (*alkali flame detector*) (Hendayana, 2006).

Komponen-komponen yang dipisahkan didalam kolom kemudian diubah menjadi sinyal-sinyal listrik. Kuat lemahnya sinyal tergantung pada laju alir massa sampel dan bukan pada konsentrasi sampel gas penunjang. Detektor harus terletak dekat kolom baik untuk menghindarkan kondensasi cairan maupun dekomposisi sampel sebelum mencapai detektor.

Ciri - ciri detektor yang ideal dalam kromatografi gas (Sastrohamidjojo, 1985) :

1. Sensitif, sekalipun konsentrasi kecil tetapi dapat dideteksi.
2. Stabil, sekalipun dalam keadaan suhu tinggi, dapat dikatakan detektor harus mempunyai sifat *reproduksibility* yang baik.
3. Respon harus linear dengan kepekatan.
4. Mudah digunakan, tidak rumit dalam pemakaian.

Spektrometri massa pada dasarnya adalah sebuah alat untuk menguraikan senyawa organik dan perekaman pola fragmentasi menurut massanya. Penggunaan metode spektroskopi massa ditujukan untuk penentuan struktur molekul, pembuktian isotop-isotop stabil dalam penelitian reaksi-reaksi biologi, analisis kualitatif dan kuantitatif terhadap komponen yang sudah diisolasi dan dimurnikan (Mulja dan Suharman, 1995). Kromatografi Gas-Spektrometri Massa terdiri dari dua bagian utama, yaitu kromatografi gas dan spektrometri massa. Kromatografi gas menggunakan kolom kapiler yang tergantung pada panjang kolom, diameter kolom dan ketebalan film serta sifat fase. Perbedaan sifat kimia antara molekul-molekul yang berbeda dalam suatu campuran dipisahkan dari molekul dengan melewati sampel sepanjang kolom. Molekul-molekul memerlukan jumlah waktu yang beda yang biasa disebut waktu retensi. Untuk keluar dari waktu retensi, untuk keluar dari kromatografi gas dan memungkinkan spektrometri massa untuk menangkap, ionisasi, mempercepat, membelokkan dan mendeteksi molekul terionisasi secara terpisah. Spektrometri massa melakukan hal ini dengan memecahkan masing-masing molekul menjadi terionisasi mendeteksi fragmen menggunakan massa untuk mengisi rasio (Hites, 1985).

3.12 Destilasi Fraksinasi Vakum

Destilasi fraksinasi vakum merupakan metode pemisahan secara fisika menggunakan tekanan yang sesuai. Destilat fraksi digunakan untuk menghasilkan destilat yang lebih murni sedangkan vakum digunakan agar suhu tidak terlalu tinggi, sehingga menjaga komponen dari suhu tinggi. Prinsip kerja destilasi ini

pemisahan campuran berbentuk cair berdasarkan perbedaan tekanan uap senyawa-senyawa yang ada dalam campuran (Abimayu, 2003).

Fraksinasi dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu fraksinasi atmosferik yang merupakan proses pemisahan dua komponen berdasarkan perbedaan titik didihnya pada tekanan atmosfer, fraksinasi vakum untuk memisahkan dua komponen yang titik didihnya sangat tinggi menggunakan metode yang menurunkan tekanan permukaan lebih rendah dari 1 atm, sehingga titik didihnya menjadi rendah, dan fraksinasi tekanan tinggi (lebih dari 1 atm) (Dewi, 2002). Perbedaan destilasi fraksinasi dengan destilasi biasa adalah adanya kolom fraksinasi. Di dalam kolom terjadi pemanasan secara bertahap dengan suhu yang berbeda-beda. Pemanasan tersebut bertujuan untuk permurnian destilat yang lebih dari plat-plat yang ada dibawahnya. Semakin ke atas makin semakin tidak volatil.

Destilasi fraksinasi vakum dapat digunakan untuk pemisahan komponen minyak atsiri menjadi beberapa fraksi berdasarkan perbedaan titik didihnya. Terdapat komponen-komponen yang mempengaruhi fraksi atau destilat pada proses destilasi fraksinasi vakum, seperti tekanan, kolom dan suhu. Penentuan tekanan yang digunakan dapat mempengaruhi kualitas destilat yang dihasilkan. Untuk menjaga kualitas destilat minyak atsiri yang dihasilkan, minyak difraksinasi pada keadaan vakum karena pada tekanan dan suhu tinggi dapat mengakibatkan dekomposisi pada minyak yang dihasilkan (Mangun dkk, 2005).

Penentuan kolom fraksinasi dapat mempengaruhi proses destilasi fraksinasi, kolom yang lebih panjang lebih efektif dibandingkan kolom yang lebih pendek. Dikarenakan kolom yang lebih panjang menyediakan jalur yang besar untuk terjadinya kontak antara uap dan cairan sehingga pemisahan lebih efektif (Pavia, 2005). Penentuan suhu destilat yang digunakan dapat mempengaruhi titik didih komponen, sehingga dapat ditetapkan rentang suhu destilasi yang sesuai dengan titik didih komponen penyusun bahan.

3.13 Viskositas

Setiap zat cair memiliki kekentalan atau viskositas. Pengukuran viskositas dilakukan untuk menentukan kerapatan suatu zat cair atau kekentalan dari zat cair tersebut. Kekentalan yang dimiliki setiap zat berbeda-beda, hal ini bergantung pada konsentrasi dari zat cair tersebut. Viskositas zat cair juga dipengaruhi oleh suhu. Pada umumnya zat cair akan mengalami pengurangan viskositas jika suhu dinaikkan. Hal ini berkaitan dengan struktur molekul dalam cairan (Maria, 2012). Viskositas dapat diukur dengan beberapa cara, salah satunya menggunakan viskometer Ostwald. Untuk pengukurannya dilakukan dengan cara waktu yang dibutuhkan oleh larutan untuk melewati pipa kapiler dicatat dan dibandingkan dengan sampel standar (Atkins, 1996). Berikut rumus untuk menghitung viskositas:

$$\eta = \eta_0 \cdot \frac{\rho \cdot t}{\rho_0 \cdot t_0}$$

Keterangan :

η : Viskositas cairan sampel

η_0 : Viskositas pembanding

ρ : massa jenis sampel (g/mL)

ρ_0 : massa jenis pembanding

t : Waktu alir sampel

t_0 : Waktu alir pembanding

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Alat

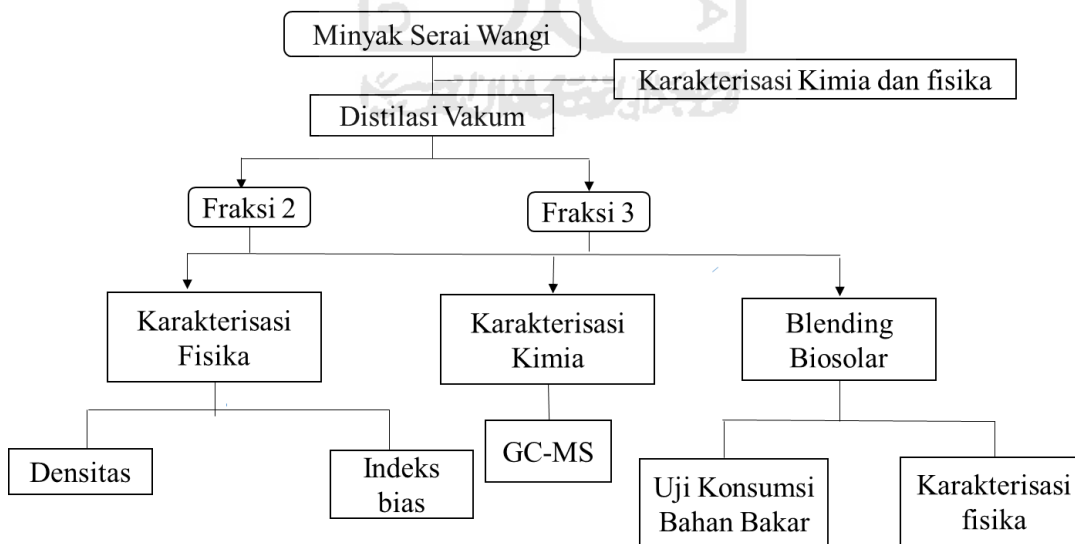
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat fraksinasi vakum (36-100 *automatic high efficiency distillation system*), Kromatografi Gas Spektroskopi Massa (GC-MS QP2010S) Shimadzu, alat uji efisiensi konsumsi bahan bakar (R 180 iDi), refraktometer, propipet, pipet tetes, pipet volume 1 mL, pipet volume 5 mL, corong, jerigen 1 L, piknometer, *magnetic stirer*, gelas beker 500 mL dan viskometer Ostwald.

4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu minyak serai wangi, fraksi sitronelal, fraksi sitronelol-geraniol dari minyak atsiri serai wangi dan bahan bakar biosolar.

4.3 Prosedur Penelitian

4.3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

4.3.2 Fraksinasi Vakum

1. Persiapan pompa vakum

Persiapan dilakukan dengan mengecek seluruh komponen alat yang dipastikan dalam keadaan baik dan tidak ada kerusakan. Kemudian alat destilasi dihubungkan dengan listrik 1000-1500 watt sehingga unit destilasi dapat dinyatakan pada panel kontrol dan tabung fraksi harus dalam keadaan bersih.

2. Optimalisasi alat fraksinasi vakum

Sebelum alat digunakan, alat perlu dioptimasi sesuai metode yang diinginkan. Pada penelitian ini metode yang digunakan dapat dilihat pada tabel

3. Pengisian labu umpan

Sebanyak 250 mL minyak serai wangi dimasukkan ke dalam labu umpan. Labu umpan dilengkapi dengan sensor dan magnetic stirer agar minyak tetap homogen.

4. Pemanasan

Heater yang terletak dibawah labu umpan dinyalakan. Kemudian minyak serai wangi dipanaskan selama $\pm 1-30$ jam pada tekanan vakum 30 mmHg. Setiap mencapai suhu *open cut* pipa *collector* akan berpindah secara otomatis ke tabung fraksi kolektor yang baru. Ditunggu hingga mencapai titik *close cut* pada suhu 300 °C

5. Pendinginan

Kondensor merubah uap minyak yang keluar dari kolom distilasi menjadi cairan. Proses distilasi fraksinasi vakum dimatikan dan ditunggu sampai suhu 70 °C

6. Analisis kandungan senyawa pada masing-masing fraksi

Analisis kandungan senyawa pada fraksi-fraksi yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan instrumen Kromatografi Gas Spektroskopi Massa menggunakan metode yang sama seperti analisis minyak serai wangi.

Alat destilasi fraksinasi vakum dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut :



Gambar 4.2 Unit Alat Destilasi Fraksinasi Vakum (Unpad,2018)

4.3.3 Karakterisasi Fisika Kimia Fraksi Minyak Serai Wangi

4.3.3.1 Uji Indeks Bias

Uji indeks bias dilakukan menggunakan refraktometer. Refraktometer dinyalakan terlebih dahulu. Kemudian prisma refraktometer dibersihkan menggunakan aseton lalu dikeringkan menggunakan tisu. Setelah itu ditetaskan sampel minyak atsiri sebanyak 1-2 tetes diatas prisma lalu ditutup. Diamati indeks bias dengan cara memutar prisma hingga batas daerah terang dan gelap tepat berimpit dengan titik potong dari garis silang. Indeks refraksi dapat dibaca dari skala (ditandai nD). Nilai indeks bias dibandingkan dengan standar mutu SNI 06-3953-1995.

4.3.3.2 Uji Densitas

Uji densitas dilakukan menggunakan piknometer. Piknometer kosong ditimbang dan dicatat hasilnya. Kemudian diisi aquadest hingga penuh dan ditutup, pastikan tidak ada gelembung didalam tutup piknometer. Ditimbang dan dicatat hasilnya. Selanjutnya piknometer yang berisi aquadest dikosongkan kemudian dicuci piknometer menggunakan aseton dan dikeringkan. Piknometer yang sudah bersih diisi dengan minyak serai hingga penuh dan ditutup. Dipastikan tidak ada gelembung didalam tutup piknometer. Ditimbang piknometer yang berisi minyak serai dan dicatat hasilnya. Dicatat hasil yang diperoleh dan dibandingkan dengan standar mutu SNI 06-3953-1995.

4.3.3.3 Uji GC-MS

Minyak serai wangi yang diperoleh dari destilasi fraksinasi vakum dikarakterisasi untuk mengetahui komponen-komponen di dalamnya. Karakterisasi dilakukan menggunakan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (GC-MS-QP2010SE) Shimadzu. Prinsip dari GC-MS ini adalah sampel yang berupa cairan diinjeksikan kedalam fase gerak. Fase gerak membawa sampel melalui fase diam yang ditempatkan dalam kolom. Sampel yang berada dalam fase gerak akan berinteraksi dengan fase diam. Komponen-komponen yang telah terpisah kemudian akan menuju detektor. Selanjutnya detektor akan memberikan sinyal berupa kromatogram. Kemudian sampel menuju spektroskopi massa dan sampel yang dianalisis dengan berkas elektron ditembak sehingga molekul pada sampel akan terpecah menjadi ion-ion bermuatan dan diteruskan ke detektor untuk dicatat sebagai spektrogram. Setiap molekul yang dideteksi menghasilkan pola fragmentasi. Berikut optimasi alat GC-MS ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Optimasi Alat GC-MS QP2010SE Shimadzu

Model	GC-2010 Shimadzu
Jenis Mesin	QP2010 SE
Kolom temperature oven	80,0 ° C
Temperatur Injeksi	300,00 ° C
Mode Injeksi	Berpisah
Mode Kontrol Aliran	Tekanan
Tekanan	42,3 kPa
Total Aliran	117,5 mL / mnt
Aliran Kolom	0,74 mL / menit
Kecepatan Linear	31,8 cm / detik
Aliran Pembersihan	3,0 mL / mnt
Rate	10.00
Temperatur	80.0-320.0
Sumber ion temperatur	250,00 ° C
Temperatur Antarmuka	300,00 ° C
Mode Penguatan Detektor	Relatif
Gain Detector	0,98 kV + 0,00 kV
Kecepatan Pindai	1250

4.3.4 Formulasi Blending

Disiapkan sebanyak 12 liter bahan bakar biosolar dan 12 jerigen plastik volume 1 L, masing-masing jerigen diisi dengan mencampurkan biosolar dengan fraksi sitronelal, fraksi sitronelol-geraniol dan minyak serai wangi dengan variasi konsentrasi 0,1% ; 0,15% ; 0,2% ; 0,5% dan biosolar murni sebagai pembandingnya. Semua campuran diblending menggunakan *magnetic* stirer dalam waktu 30 menit.

3.9.1 Karakterisasi Fisika Biosolar

3.9.1.1 Uji Densitas

Uji densitas dilakukan menggunakan piknometer. Piknometer kosong ditimbang dan dicatat hasilnya. Kemudian diisi aquadest hingga penuh dan ditutup, pastikan tidak ada gelembung didalam tutup piknometer. Ditimbang dan dicatat hasilnya. Selanjutnya piknometer yang berisi aquadest dikosongkan kemudian dicuci piknometer menggunakan aseton dan dikeringkan. Piknometer yang sudah bersih diisi dengan biosolar hingga penuh dan ditutup. Dipastikan tidak ada gelembung didalam tutup piknometer. Ditimbang piknometer yang berisi biosolar dan dicatat hasilnya.

3.9.1.2 Uji Viskositas

Alat yang digunakan pada uji ini adalah Viskometer Ostwald. Dipastikan bahwa viskometer Ostwald sudah dalam keadaan bersih sebelum digunakan. Kemudian sampel yang akan diukur dipipet dan dimasukkan kedalam viskometer Ostwald. Sampel yang ada didalam viskometer Ostwald akan dihisap dengan ball pipet sampai melewati tanda batas. Disiapkan timer dan dilepaskan ball pipet kemudian dicatat waktu alir sampel.

3.9.2 Uji Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar

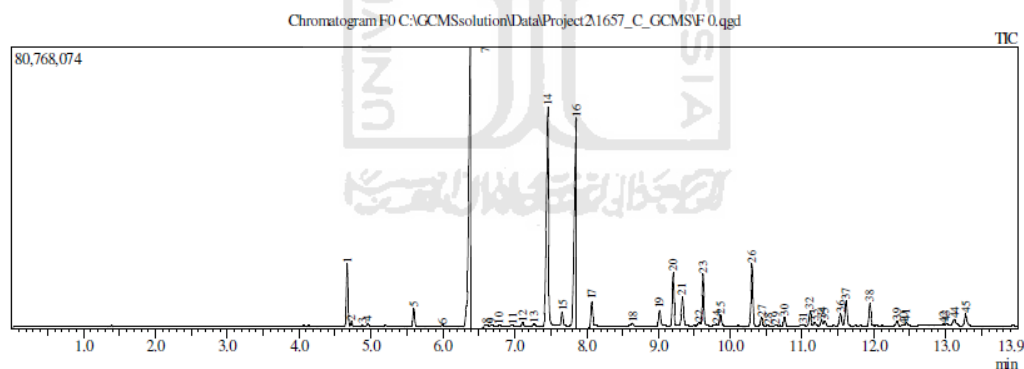
Sebanyak 700 mL bahan bakar biosolar murni, bahan bakar biosolar campuran F2 dan F3 dimasukkan kedalam tangki mesin diesel kemudian dinyalakan selama 7 menit. Pada 3 menit pertama alat tanpa beban. Selanjutnya beban dinaikkan dengan penambahan kecepatan putaran mesin menjadi 1000, 2000 dan 3000 rpm tiap 1 menit. Kemudian dilakukan pengukuran konsumsi yang telah habis saat pengujian. Dicatat dan dihitung % kenaikan konsumsi bahan bakar.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Minyak Serai Wangi

Minyak serai wangi dianalisis menggunakan GC-MS terlebih dahulu sebelum dilakukan destilasi fraksinasi vakum. GC-MS merupakan metode pemisahan suatu senyawa yang menggunakan dua metode analisis yaitu kromatografi gas berfungsi menganalisis jumlah senyawa didalam sampel dan spektrofotometri massa berfungsi menentukan berat molekul pada senyawa yang dianalisis. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui komponen senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi. Berikut kromatogram GC minyak serai wangi yang belum difraksinasi ditunjukan pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Kromatogram minyak serai wangi

Kromatogram pada gambar menunjukkan nilai intensitas sebesar 80.768.074 dan menghasilkan 45 puncak. Hasil kromatogram menunjukkan terdapat senyawa utama minyak serai wangi yang ditandai dengan munculnya tiga puncak tertinggi yaitu puncak ke-7, 14 dan 16. Pada puncak ke-7 menunjukkan adanya kandungan sitronelal pada waktu retensi 6.383 menit dan persen area sebesar 19.01%. Puncak

ke-14 menunjukkan adanya kandungan sitronelol dengan waktu retensi 7.461 menit dan persen area sebesar 20.48%. Puncak ke-16 menunjukkan adanya geraniol dengan waktu retensi 7.856 menit dan persen area sebesar 18.81%.

5.2 Isolasi Minyak Serai Wangi

Minyak serai wangi diisolasi menggunakan distilasi fraksinasi vakum untuk memisahkan senyawa yang diinginkan berdasarkan perbedaan titik didih, waktu retensi, luas relatif senyawa dan hasil volume fraksi. Isolasi minyak serai wangi dilakukan dengan membagi menjadi enam fraksi. Berikut pembagian fraksi yang dapat dilihat pada tabel 5.1

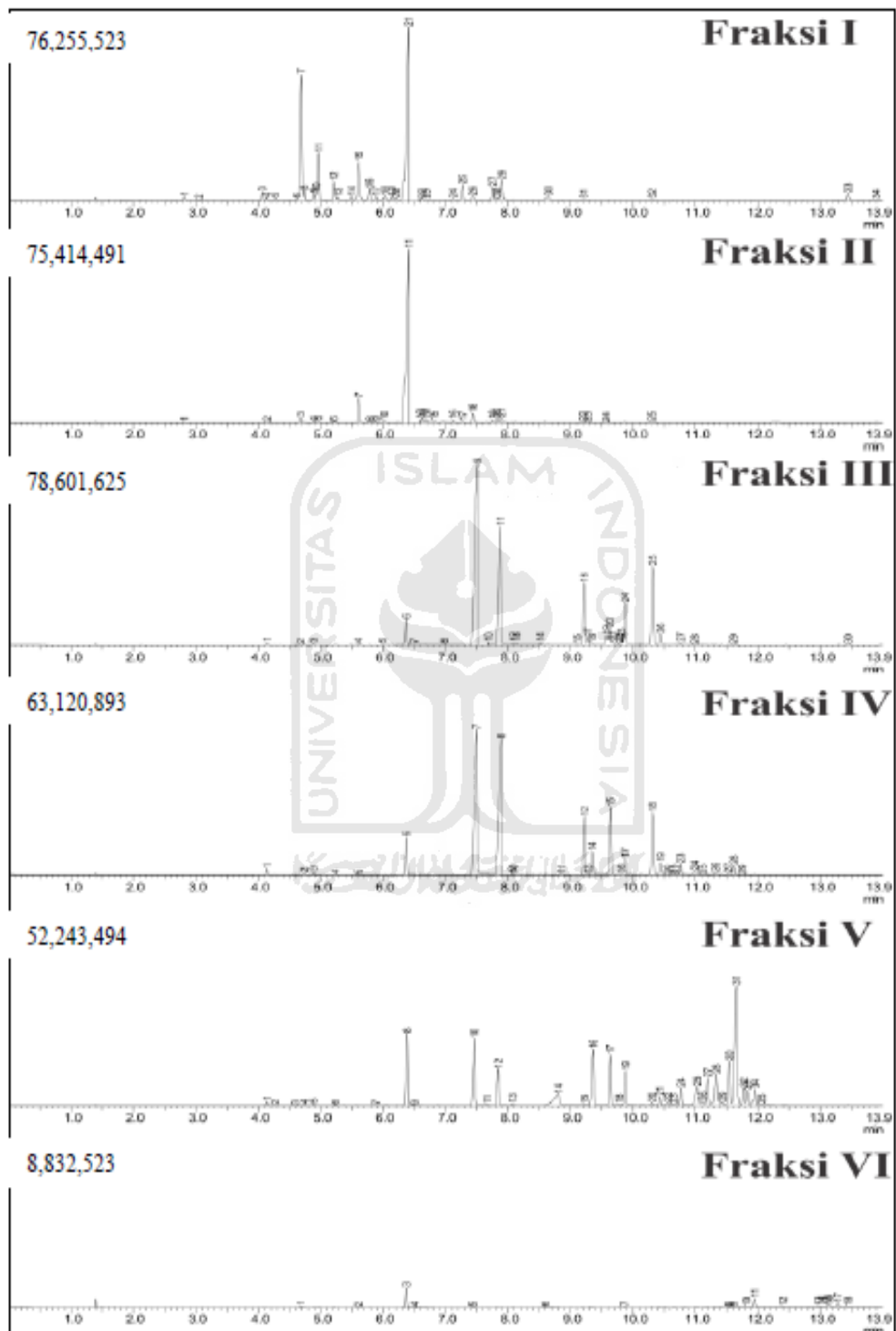
Tabel 5.1 Pembagian fraksi minyak serai wangi

Fraksi	Nama Senyawa	Titik Didih	Waktu Retensi (menit)	Luas Relatif	Persen Area (%)	Hasil Volume
I	Limonen	176	4,686	118138793	22,90	4 mL
	Sitronelal	201	6,403	184586305	35,77	
II	Sitronelal	201	6,408	203921160	76,48	60 mL
III	Sitronelol	225	7,503	234920548	37,37	24 mL
	Geraniol	226	7,875	138571967	22,04	
IV	Sitronelol	225	7,491	191799116	29,24	30 mL
	Geraniol	226	7,890	181845831	27,73	
V	Delta-cadinen	240	11,656	139304772	11,65	10 mL
VI (Residu)	Sitronelal	201	6,370	14781762	41,26	60 mL

Berdasarkan tabel 5.1 fraksi pertama yang teridentifikasi adalah senyawa limonen dan sitronelal. Senyawa yang diinginkan pada fraksi pertama ialah limonen tetapi pada hasil fraksi terdapat 2 senyawa terbesar yang terdeteksi yaitu limonen dan sitronelal. Senyawa limonen memiliki waktu retensi 4,686 menit, luas relatif sebesar 118138793 dan sitronelal memiliki waktu retensi 6,403 menit dengan luas relatif sebesar 184586305. Fraksi kedua yaitu senyawa sitronelal dengan waktu retensi 6,408 menit dan luas relatif sebesar 203921160.

Fraksi ketiga dan keempat teridentifikasi senyawa yang sama yaitu sitronelol dan geraniol yang memiliki waktu retensi dan luas relatif berbeda. Pada fraksi ketiga waktu retensi sitronelol 7,503 dan geraniol 7,875 dengan masing-masing nilai luas relatif sebesar 234920548 dan 138571967. Sedangkan pada fraksi keempat waktu retensi sitronelol 7,491 dan geraniol 7,890 dengan luas relatif masing-masing senyawa sebesar 191799116 dan 181845831. Senyawa yang diinginkan pada fraksi ketiga ialah sitronelol dan pada fraksi keempat senyawa geraniol. Tetapi hasil pemisahan menunjukkan adanya 2 senyawa yang sama yang disebabkan karena senyawa tersebut memiliki titik didih yang hampir sama sehingga sulit dipisahkan.

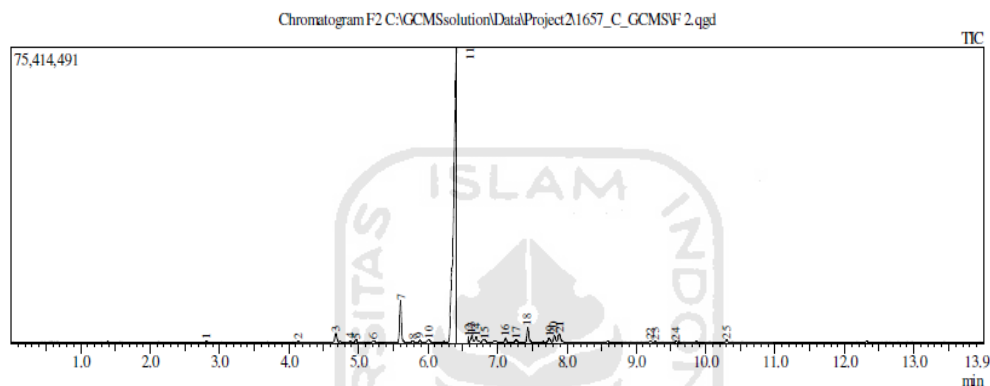
Senyawa yang teridentifikasi pada fraksi kelima ialah delta-Cadinen memiliki waktu retensi 11,656 dengan luas relatif sebesar 139304772. Senyawa yang diinginkan pada fraksi kelima ini ialah Geraniol Astetat tetapi yang hasil fraksi yang terdeteksi ialah senyawa delta-Cadinen. Fraksi keenam merupakan fraksi residu yang satu puncak dengan senyawa sitronelal. Hal ini disebabkan karena keadaan suhu pada kolom tidak stabil. Fraksi keenam memiliki waktu retensi 6,370 menit dengan luas relatif sebesar 14781762. Hasil kromatogram GC dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Hasil kromatogram GC fraksi minyak serai wangi

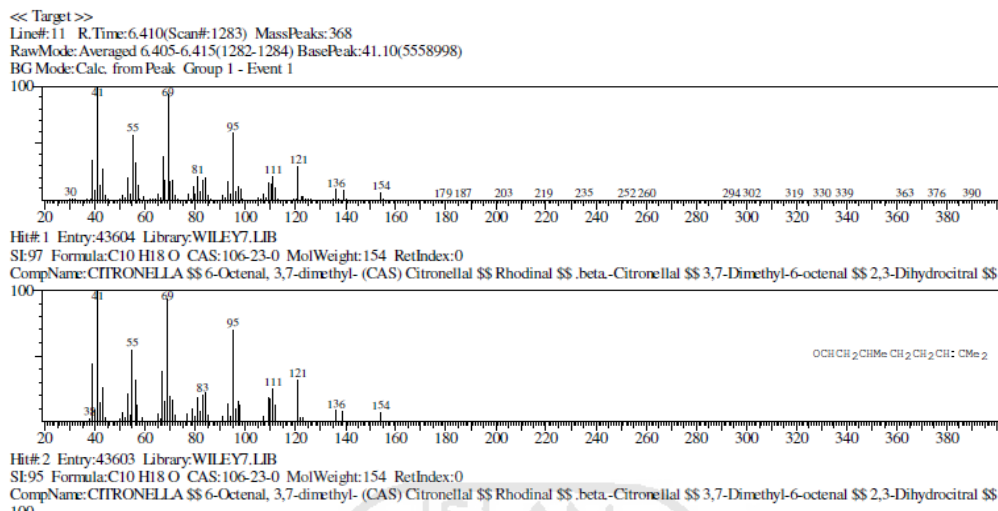
5.2.1 Isolasi Sitronelal

Sitronelal merupakan monoterpena yang sebagian besar terbentuk dari metabolisme sekunder tanaman serai. Sitronelal mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{18}O$, berat molekul 154,25, titik didih 204-208 °C dan berwujud cair (Wulandari,2018). Hasil kromatogram fraksi sitronelal dapat dilihat pada gambar 5.3



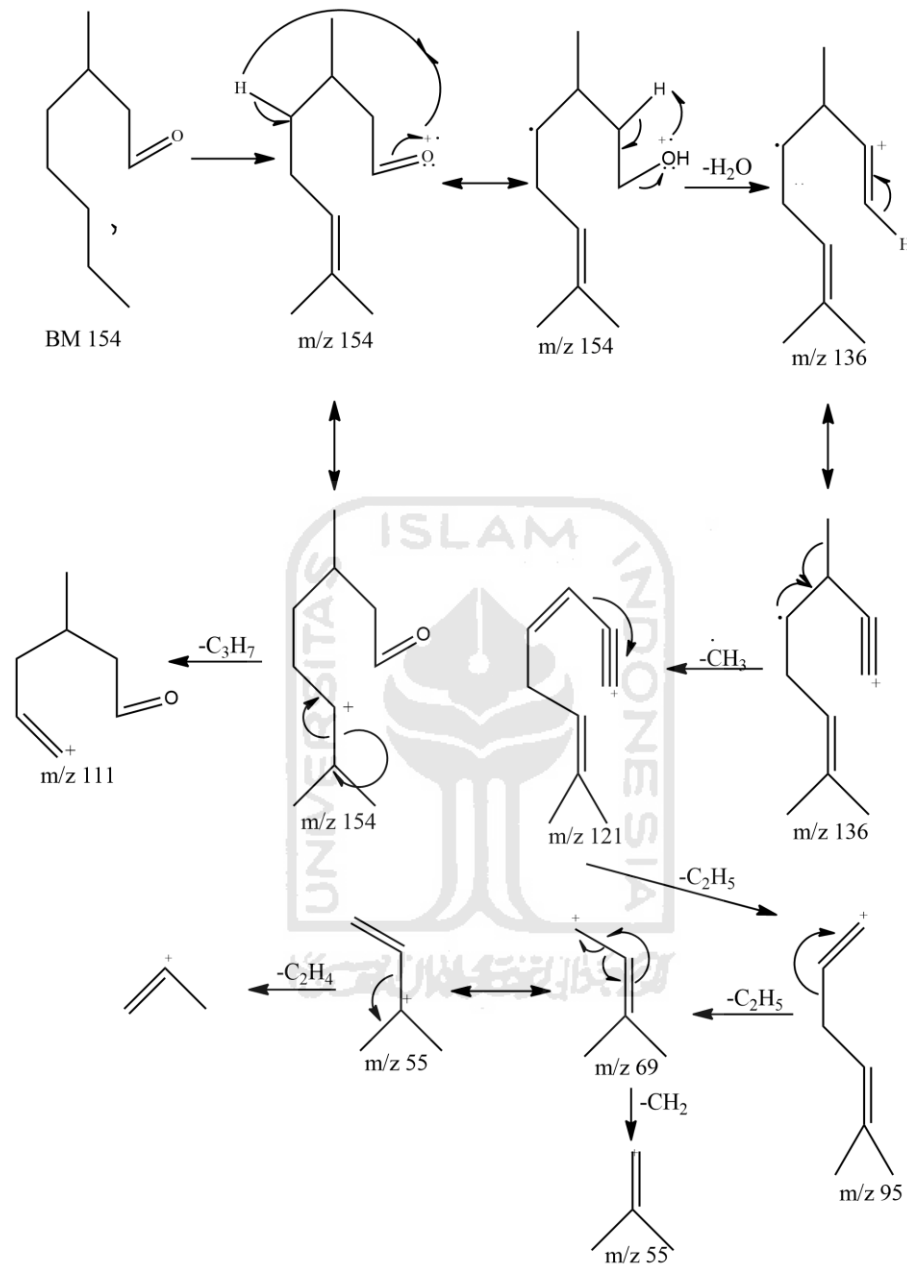
Gambar 5.3 Kromatogram Fraksi Sitronelal

Hasil kromatogram pada gambar 5.4 terdeteksi 25 puncak dan satu puncak dengan nilai intensitas tertinggi yaitu pada puncak 11. Nilai intensitas pada puncak 11 sebesar 6.408 menit. Berdasarkan hasil spektra massa, puncak 11 merupakan senyawa sitronelal dengan persen area sebesar 76,48%. Sitronelal termasuk senyawa golongan aldehyd. Dikatakan senyawa golongan aldehyd, karena pada struktur sitronelal terdapat gugus CHO. Hasil Kromatogram sitronelal dilengkapi dengan spektrum massa dan pola fragmentasi dari sitronelal yang ditunjukkan pada gambar 5.4 dan gambar 5.5.



Gambar 5.4 Spektroskopi massa fraksi sitronelal

Berdasarkan spektrum massa menunjukkan puncak ion molekul dengan berat molekul (BM) 154 g/mol yang merupakan senyawa monoterpenoid. Puncak ion molekul pada $m/z = 154$ menunjukkan senyawa golongan siklik (C₁₀H₁₈O) yaitu sitronelal. Puncak fragmentasi tersebut ditembakkan suatu elektron dan melepaskan H radikal, sehingga terjadi fragmentasi pathways Mc-Lafferty. Selanjutnya, diikuti puncak $m/z = 136$ yaitu merupakan pelepasan molekul dari (-H₂O), diikuti puncak $m/z = 121$ dari pelepasan molekul (-CH₃). Kemudian diikuti puncak $m/z = 95$ dari pemutusan molekul (-C₂H₅), diikuti puncak $m/z = 69$ dari pelepasan (-C₂H₅) pada puncak ini dapat terjadi *rearrangement* atau penataan ulang dan diikuti pemutusan $m/z = 41$ dari molekul (-C₂H₄). Kemudian dari puncak $m/z = 154$ terjadi pemutusan pada puncak $m/z = 111$ dari pelepasan (-C₃H₇). Pada puncak $m/z = 69$ terjadi pemutusan pada puncak $m/z = 55$ pelepasan (-CH₂). Dari hasil spektrum massa base peak terdapat pada $m/z = 41$. Hipotesis pola fragmentasi dapat dilihat pada gambar berikut ini :

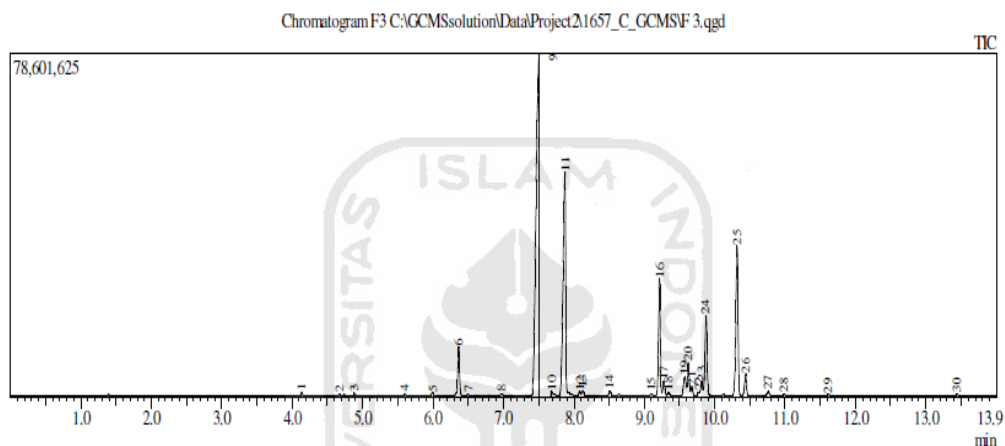


Gambar 5.5 Pola fragmentasi fraksi sitronelal

5.2.2 Isolasi Sitronelol dan Geraniol

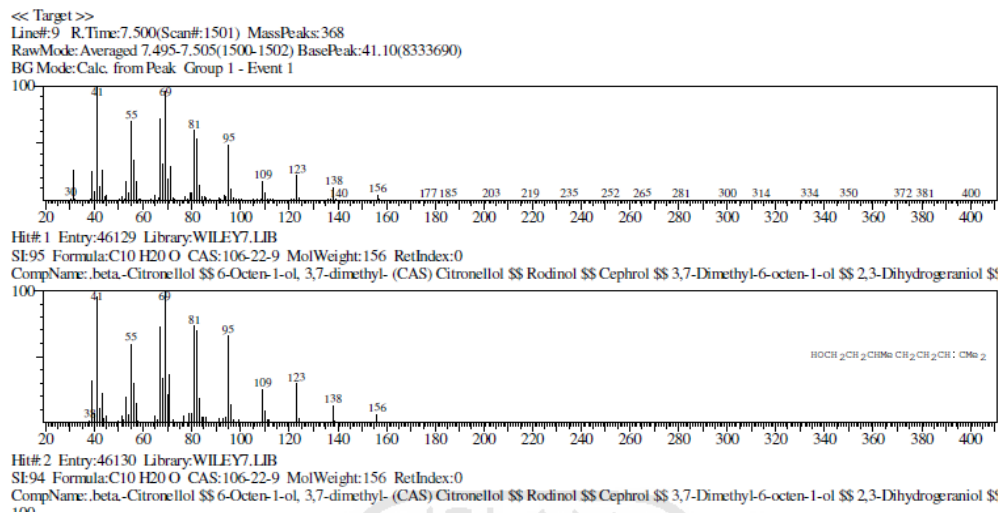
Geraniol dan sitronelol merupakan dua komponen dalam distilasi fraksinasi yang tidak dapat dipisahkan karena kemiripan dalam sifat fisik dan kimia (Haake dkk, 2004). Berdasarkan tabel 5.2 menunjukkan adanya fraksi sitronelol dan

geraniol yang tidak dapat dipisahkan. Diperkirakan sebelumnya fraksi senyawa sitranelol terdapat pada fraksi ketiga dan geraniol pada fraksi keempat. Tetapi setelah dilakukan fraksinasi vakum sitranelol dan geraniol tidak terpisah. Sitranelol memiliki titik didih 225-229 °C sedangkan geraniol 229-230 °C (Sastrohamidjojo, 1994). Fraksi sitranelol dan geraniol merupakan hasil open cut dari 229-240 °C. Hasil kromatogram fraksi keempat dapat dilihat pada gambar 5.5



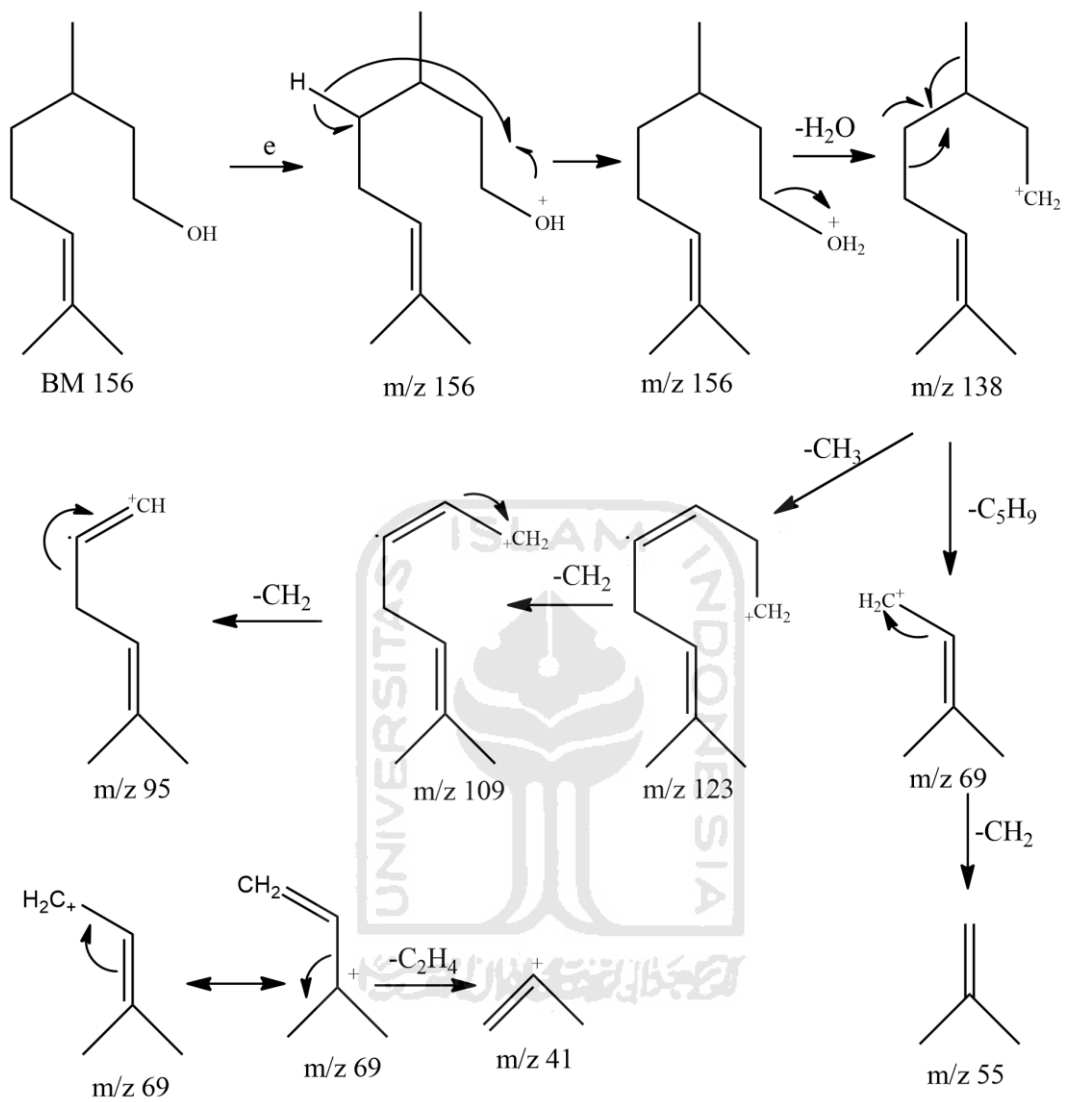
Gambar 5.6 Kromatogram Fraksi Sitranelol dan Geraniol

Hasil kromatogram pada gambar terdeteksi 30 puncak dan dua puncak dengan nilai intensitas tertinggi yaitu pada puncak 9 dan 11. Berdasarkan hasil spektra massa, puncak 9 merupakan senyawa sitranelol dengan persen area sebesar 37,37%. Sedangkan pada puncak 11 merupakan senyawa geraniol dengan persen area sebesar 22,04%. Waktu retensi pada puncak 9 dan 11 sebesar 7.503 menit dan 7.875 menit.. Sitranelol dan geraniol termasuk senyawa golongan alkohol yang ditandai dengan adanya gugus OH pada struktur sitranelol dan geraniol. Hasil Kromatogram diatas dilengkapi dengan spektrum massa dan pola fragmentasi sitranelol yang ditunjukkan pada gambar 5.6 dan gambar 5.7. Sedangkan spektrum massa dan pola fragmnetasi dari geraniol pada gambar 5.8 dan 5.9.

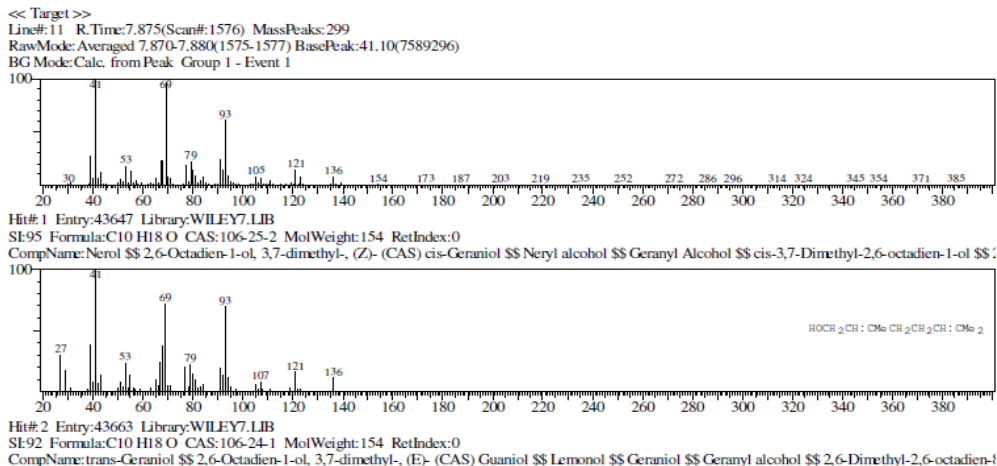


Gambar 5.7 Spektroskopi massa fraksi sitronelol

Berdasarkan spektrum massa menunjukkan puncak ion molekul dengan berat molekul (BM) 156 g/mol yang merupakan senyawa monoterpenoid. Puncak ion molekul pada $m/z = 156$ menunjukkan senyawa golongan siklik ($C_{10}H_{20}O$) yaitu sitronelol. Puncak fragmentasi ditembakkan suatu elektron dan melepaskan H radikal, sehingga terjadi penataan ulang Mc Lafferty 43 yang diikuti puncak $m/z = 138$ yaitu merupakan pelepasan molekul dari ($-H_2O$), selanjutnya diikuti puncak $m/z = 69$ dari pelepasan ($-C_5H_9$) dan diikuti puncak $m/z = 55$ dari pelepasan ($-CH_2$). Kemudian dari puncak $m/z = 138$ diikuti puncak $m/z = 123$ dari pelepasan ($-CH_3$), puncak $m/z = 109$ dari pelepasan ($-CH_2$), puncak $m/z = 95$ dari pelepasan ($-CH_2$), puncak $m/z = 69$ dari pelepasan molekul ($-C_2H_2$) pada puncak ini terjadi penataan ulang, puncak $m/z = 41$ dari pelepasan ($-C_2H_4$). Dari hasil spektrum massa base peak terdapat pada $m/z = 41$. Berikut hipotesis pola fragmentasi yang ditunjukkan pada gambar 5.7:

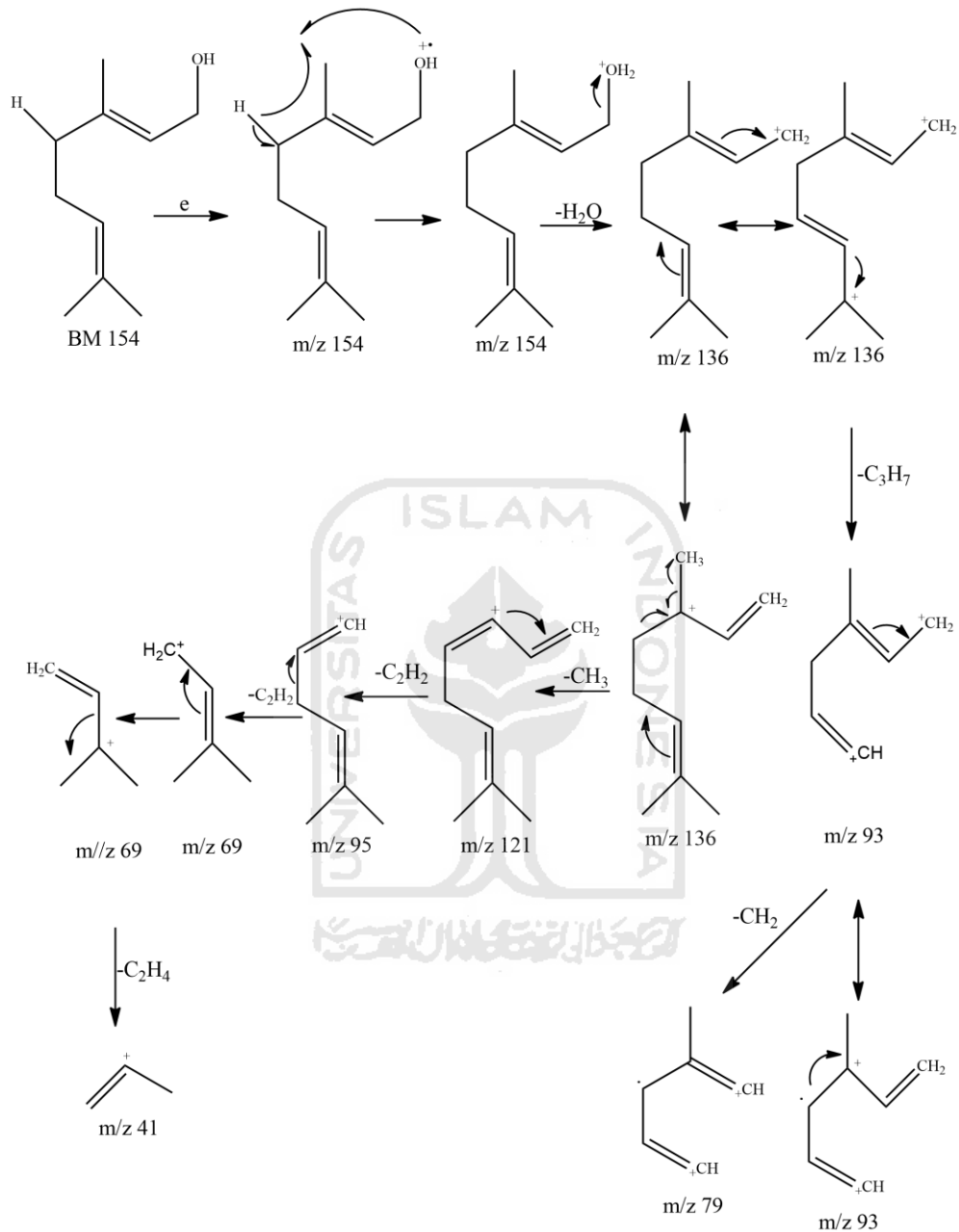


Gambar 5.8 Pola fragmentasi fraksi sitronelol



Gambar 5.9 Spektroskopi massa geraniol

Berdasarkan spektrum massa menunjukkan puncak ion molekul dengan berat molekul (BM) 154 g/mol yang merupakan senyawa monoterpenoid. Puncak ion molekul pada $m/z = 154$ menunjukkan senyawa golongan siklik ($C_{10}H_{18}O$) yaitu geraniol. Puncak fragmentasi tersebut ditembakkan suatu elektron dan melepaskan H radikal, sehingga terjadi fragmentasi pathways Mc-Lafferty. Selanjutnya, diikuti puncak $m/z = 136$ yaitu merupakan pelepasan molekul dari (H_2O), diikuti puncak $m/z = 121$ dari pelepasan molekul ($-CH_3$). Kemudian diikuti puncak $m/z = 95$ dari pemutusan molekul ($-C_2H_2$), diikuti puncak $m/z = 69$ dari pelepasan ($-CH_2CH_2CH_2CH_2$) pada puncak ini dapat terjadi *rearrangement* atau penataan ulang dan diikuti pemutusan $m/z = 41$ dari molekul ($-C_2H_4$). Kemudian dari puncak $m/z = 136$ terjadi pemutusan pada puncak $m/z = 93$ dari pelepasan (C_3H_7) dan pada puncak ini juga dapat terjadi *rearrangement* atau penataan ulang, diikuti puncak $m/z = 79$ dari pemutusan ($-CH_2$). Dari hasil spektrum massa base peak terdapat pada $m/z = 41$. Berikut hipotesis pola fragmentasi dapat dilihat pada gambar 5.9 :



Gambar 5.10 Pola fragmentasi fraksi geraniol

5.3 Karakterisasi Fisika Minyak Serai dan Fraksi

5.3.1 Uji Indeks Bias

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kemurnian dari sampel yang di analisis. Indeks bias yang memiliki nilai rendah disebabkan adanya kandungan senyawa lain

atau kandungan air di dalam sampel minyak atsiri. Semakin banyak kandungan air didalam minyak maka semakin kecil indeks biasnya. Nilai indeks bias dikatakan baik jika dalam pengukuran menunjukkan warna terang dan gelap, seperti pada gambar 5.5.



Gambar 5.11 Hasil refraktometer sampel

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, nilai indeks bias minyak serai sebesar 1,475, nilai tersebut masuk kedalam range standar SNI 06-39553-1995 minyak serai wangi yaitu 1,466-1,475. Sedangkan nilai indeks bias fraksi sitronelal sebesar 1,448 dan fraksi sitronelol-geraniol sebesar 1,466.

5.3.2 Uji Densitas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan dari senyawa lain yang dapat mengubah massa jenis dari sampel yang diuji. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai densitas minyak serai wangi sebesar 0,882 g/mL dan masuk kedalam range standar SNI 06-39553-1995 yaitu 0,880-0,922 g/mL. Sedangkan pada fraksi sitronelal nilai densitasnya sebesar 0,867 g/mL dan nilai densitas fraksi sitronelol-geraniol sebesar 0,878 g/mL.

5.4 Karakteristik Fisika Biosolar dan Blending

Tabel 5.2 Hasil karakteristik biosolar dan blending

Sampel	densitas (kg/m ³)	viskositas kinematik (mm ² /s)
Biosolar murni	853	4,5803
Biosolar + F2 (0,1%)	853	4,5310
Biosolar + F3 (0,1%)	850	4,5346
Biosolar + m.serai (0,1%)	851	4,3372
Biosolar + F2 (0,15%)	854	4,5971
Biosolar + F3 (0,15%)	851	4,3736
Biosolar + m.serai (0,15%)	853	4,5216
Biosolar + F2 (0,2%)	851	4,5052
Biosolar + F3 (0,2%)	851	4,4230
Biosolar + m.serai (0,2%)	851	4,3901
Biosolar + F2 (0,5%)	853	4,4068
Biosolar + F3 (0,5%)	853	4,5955
Biosolar + m.serai (0,5%)	851	4,4958

Hasil pengujian densitas bahan bakar biosolar murni dan campuran bioaditif dapat dilihat pada tabel 5.2. Densitas biosolar tanpa pencampuran sebesar 853 kg/m³. Berdasarkan hasil pengujian, densitas biosolar murni dan biosolar campuran aditif masih dalam rentang standar densitas biosolar yaitu pada range 815 kg/m³ sampai 860 kg/m³. Adanya peningkatan densitas di beberapa biosolar beraditif dipengaruhi oleh densitas bioaditif yang lebih besar dibandingkan dengan biosolar.

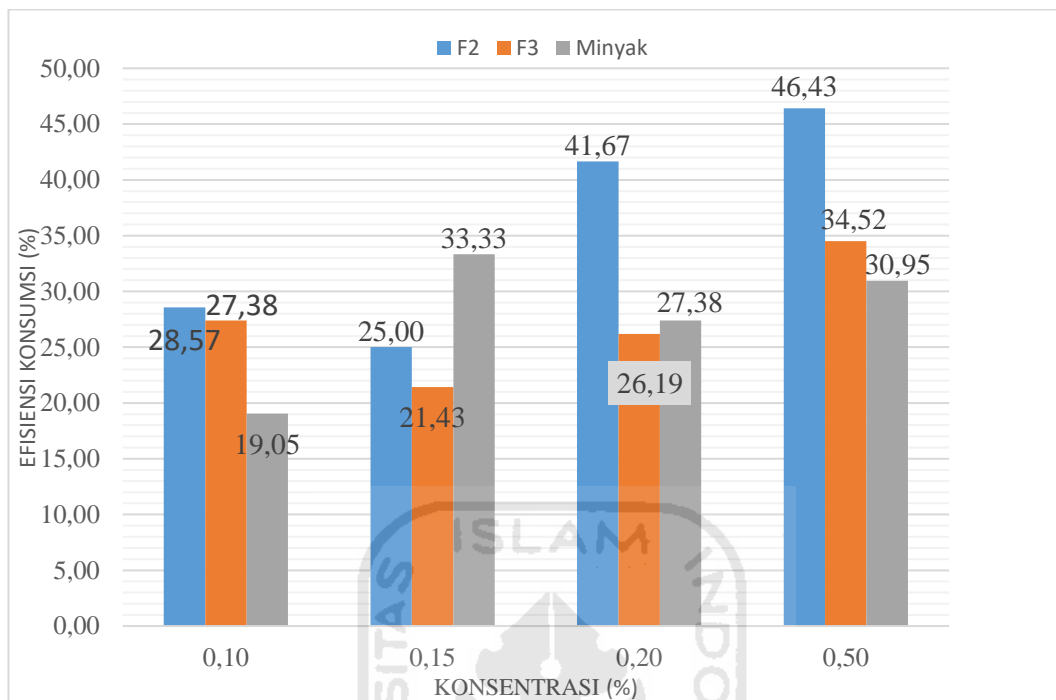
Hasil pengujian viskositas bahan bakar biosolar murni dan biosolar beraditif dapat dilihat pada tabel 5.2. berdasarkan standar viskositas biosolar yang dikeluarkan oleh Direktur Minyak dan gas adalah sebesar 2 mm²/s sampai 4,5 mm²/s. Dari hasil pengujian, biosolar murni dan biosolar yang dicampur dengan fraksi 2, fraksi 3 dan minyak serai wangi masuk kedalam range standar. Viskositas biosolar yang dicampur dengan minyak atsiri akan menjadi rendah disebabkan adanya delokalisasi elektron pada senyawa aromatis sehingga menyebabkan molekul bahan bakar lebih aktif bergerak. Biosolar yang memiliki viskositas rendah akan meminimalkan mesin kehilangan kekuatan pada pompa injeksi dan kebocoran injektor.

5.5 Uji Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian efisiensi konsumsi bahan bakar ini dilakukan untuk mengukur penggunaan bahan bakar biosolar yang telah dicampurkan dengan bioaditif fraksi sitronelal dan fraksi sitronelol-geraniol dalam waktu 7 menit dengan penambahan rpm sebanyak 1000, 2000 dan 3000 rpm tiap 1 menit menggunakan mesin diesel R 180 iDi. Bioaditif yang digunakan adalah fraksi sitronelal dan fraksi sitronelol-geraniol dikarenakan memiliki sifat yang mudah menguap, memiliki viskositas rendah, tersusun dari senyawa hidrokarbon dan oksigen, mempunyai karakteristik yang sama dengan bahan bakar sehingga dapat larut didalam bahan bakar, tidak mengandung logam berat dan mengurangi pencemaran polusi udara. Berikut hasil uji yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil konsumsi bahan bakar biosolar

Sampel	Volume Pemakaian (mL)	Efisiensi Konsumsi (%)
Biosolar murni	83	0,00
Biosolar + F2 (0,1%)	60	28,57
Biosolar + F3 (0,1%)	61	27,38
Biosolar + m.serai (0,1%)	68	19,05
Biosolar + F2 (0,15%)	63	25,00
Biosolar + F3 (0,15%)	66	21,43
Biosolar + m.serai (0,15%)	56	33,33
Biosolar + F2 (0,2%)	49	41,67
Biosolar + F3 (0,2%)	62	26,19
Biosolar + m.serai (0,2%)	61	27,38
Biosolar + F2 (0,5%)	45	46,43
Biosolar + F3 (0,5%)	55	34,52
Biosolar + m.serai (0,5%)	58	30,95



Gambar 5.12 Grafik efisiensi konsumsi bahan bakar

Berdasarkan tabel 5.3 dapat dilihat bahwa hasil uji konsumsi bahan bakar bisolar memiliki hasil yang semakin meningkat dari tanpa penambahan bioaditif sampai 0,5%. Hasil data tabel diperkuat dengan adanya grafik pada gambar 5.12. Penambahan bioaditif fraksi sitronelal dari tiap variasi dapat meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar biosolar, karena semakin kecil volume pemakaian maka semakin sedikit penggunaan bahan bakar. Sehingga pemakaian bahan bakar biosolar menjadi lebih efisien dibandingkan tanpa penambahan bioaditif.

Dari hasil pengujian, konsentrasi optimal yaitu konsentrasi 0,5 % dan peningkatan efisiensi konsumsi pada fraksi sitronelal sebesar 46,43%, fraksi sitronelol-geraniol sebesar 34,52% dan minyak serai wangi sebesar 30,95%. Sedangkan untuk trend bioaditifnya yang lebih efektif itu fraksi sitronelal. Hal ini disebabkan karena titik didih fraksi sitronelal lebih rendah dibandingkan titik didih fraksi sitronelol-geraniol sehingga saat terjadi proses pembakaran pada mesin menjadi sempurna. Pada saat proses pembakaran senyawa aromatik pada minyak

atsiri dapat menyebabkan senyawa penyusun bahan bakar aktif bergerak. Pergerakan tersebut menyebabkan ikatan antar molekulnya menjadi lemah dan mudah terbakar sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran. Selain itu, atom oksigen pada minyak atsiri yang berfungsi sebagai penyedia oksigen menyebabkan reaksi pembakaran pada bahan bakar menjadi sempurna dan ikatan hidrokarbon bercabang pada minyak atsiri dapat memperbaiki kualitas mutu bahan bakar.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Senyawa sitronelal, sitronelol dan geraniol dapat dimurnikan dari minyak serai wangi dengan menggunakan metode destilasi fraksinasi vakum pada tekanan 30 mmHg dengan temperatur kondensor 300 °C. Kemurnian tiap senyawa sebesar 76,48%, 37,37% dan 22,04%.
2. Pengujian efisiensi konsumsi bahan bakar biosolar dengan penambahan bioaditif meningkatkan efisiensi konsumsi penggunaan bahan bakar biosolar. Konsentrasi optimal yaitu pada konsentrasi 0,5% dan peningkatan efisiensi konsumsi bahan bakar pada fraksi sitronelal sebesar 46,43%, fraksi sitronelol-geraniol sebesar 34,52% dan minyak serai wangi sebesar 30,95%.

6.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap penambahan parameter pada uji biosolar beraditif untuk mengetahui performa kerja biosolar lainnya yang ditambahkan dengan bioaditif minyak atsiri. Penggunaan alat uji yang tepat menggunakan alat yang lebih efektif dan efisien.

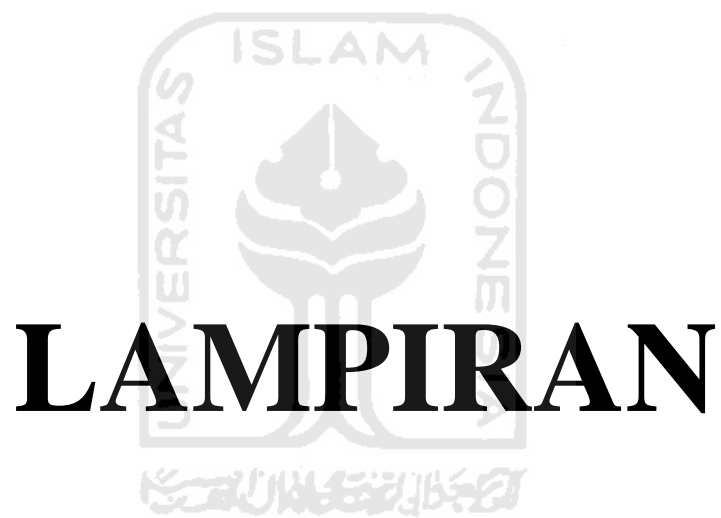
DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu, H., Sulaswatty, A., Wuryaningsih., Agustian, E. 2003. *Teknologi Distilasi Terfraksi dalam Pemurnian Komponen Minyak Atsiri*, Prosiding Pemaparan Hasil Litbang Ilmu Pengetahuan Teknik, Bandung.
- Agustian, E., Sulaswatty, A., Tasrif, Laksmono, Badria, I. 2007. Pemisahan Sitronelal dari Minyak Sereh Wangi Menggunakan Unit Fraksionasi Skala Bench, *Journal Tek. Industri*, Halaman 49-53.
- Agustian, H, D., Anggryani, D., Baskoro, H., Khoirunnisa, A., Pudjihastuti, I., Siswanti, F. 2014. Formulasi Bioaditif Super “RON BOOSTER” pada Bahan Bakar Minyak melalui Ekstraksi Minyak Sereh Wangi (Citronella oil) Menggunakan Gelombang Mikro, *Jurnal D3 Teknik Kimia*, Semarang.
- Arismunandar, W, dan Tsuda, K. 2004. *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Cetakan kesepuluh, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Barnard, DR., Xue R-D. 2004. Laboratory Evaluation of Mosquito Repellents Against *Aedes albopictus*, *Culex nigripalpus*, and *Ochlerotatus triseriatus* (Diptera: Culicidae), *J. Med. Entomol*, 41(4), pp. 726-730.
- Bauer, K., Garbe, H., Surburg. 1997. *Common Fragrance and Flavor Materials, Pre-Paration, Properties and Uses*, Third Edition, Wiley-VCH, Weinheim.
- Callahan, T, J., Ryan, T, W., Schwalb, J, A.1987. Effects of Fuel Properties on Diesel Spray Characteristics, *Society of Automotive Engineers Paper*, No. 870533, SAE Warrendale, PA.
- Cappenberg, A, D. 2017. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar, Biosolar dan Pertamina Dex Terhadap Prestasi Motor Diesel Silinder Tunggal, *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 64 halaman, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, Jakarta.
- Choi, C,H., Reitz, R,Y. 1999. An experimental study on the effects of oxygenated fuel blends and multiple injection strategies on diesel engine emission, *Journal of Fuel*, 78(11), 1303-1317.
- Dewi, A.A.K. 2012. Kinerja Destilasi Rimpang Jahe Secara Kohobasi dan Destilasi Uap-Air, *Skripsi*, Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ferdayanti, M., Sastrohamidjojo, H., Riyanto. 2004. dalam Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon Nardus L*) dengan Fraksinasi Distilasi dan Identifikasi menggunakan KG-SM, *J. Chem. Res.*, Vol. 2, No.1.
- Feriyanto, Y, 2013, Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun dan Batang Sereh Wangi Menggunakan Metode Distilasi Uap Air dengan Pemanasan Microwave, *Jurnal Teknik Kimia*, Institut Teknologi 10 November, Surabaya.

- Guenther, E., 2006, *Minyak Atsiri*, Jilid 1, S. Ketaren, penerjemah, Jakarta: UI Press. Terjemahan dari: *Essential Oils*.
- Gökalp, Burak., Soyhan, H.S., Saraç, H., Bostan, Dilek., and Şengün, Y., 2008, Biodiesel Addition to Standard Diesel Fuels and Marine Fuels Used in a Diesel Engine: Effects on Emission Characteristics and First- and Second-Law Efficiencies, *Energy Fuel*, Department of Mechanical Engineering, Sakarya University, Tukey.
- Halliday. 1991. *Fisika Jilid I*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Haake, M., Gerlach, T. & Funke, F. 2004. U.S. Patent 67439566 BI.
- Haryono, I., Kusuma, D, S., Yubaidah, S., Kurniawan, A. 2019. Pengujian Aditif Penghemat Bahan Bakar Biodiesel Dari Turunan Minyak Atsiri Melalui Uji Ketahanan Genset 10 Kw selama 200 Jam, *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang.
- Hendayana, S. 2006. *Metode Kromatografi dan Elektroforesis Modern*, PT Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Kadarohman, A. 2009. *Eksplorasi Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar*, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Lawang, A, T., Setyaningsih, D., Syahbana, M. 2019. Evaluasi Minyak Daun Cengkeh dan Minyak Sereh Wangi Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar dalam Menurunkan Emisi Gas Buang pada Mesin Diesel, *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 20 No. 2, Bogor.
- Lestari, R, S, E. 2012. Perancangan Proses Fraksinasi Minyak Sereh Wangi dan Isolasi Sitronelal serta Kajian Kelayakan Finansial untuk Penerapannya di Industri, *Disertasi*, Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ma'mun., Suhirman, S. Mulyana, H. dan Kustiwa, D. 2011. *Minyak Atsiri Sebagai Bio Additif Untuk Penghematan Bahan Bakar Minyak*, Ballittro, Bogor.
- Mangun, H.M.S., Waluyo, H., dan Purnama, A. 2005. *Nilam*, Depok, Penebar Swadaya Grup.
- Morrison. 1986. *Chiral Compounds*, Fluka Chemie AG, Switzerland.
- Muchammad. 2010. Analisa Energi Campuran Bioetanol Premium, *ROTASI*, Vol. 12. No. 2. Hal 31-33.
- Mulja, M., Suharman. 1995. *Analisis Instrumental, Cetakan 1*, Airlangga University Press, Surabaya.

- Munawir, M.Z. 2006. *Blending Bioaditif Biodiesel pada Bahan Bakar Solar untuk Penurunan SFC dan Emisi Gas Buang*, I Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir (PRPN) – BATAN Kawasan Puspitek, Serpong 15314, Tangerang.
- Muntaha, T. 2005. Pengaruh penambahan bioaditif minyak terpenin sebagai campuran premium terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, *Tesis*, Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Najibullah, Walid., Wahab, Abdul, H., Marlina, Ena. 2017. Pengaruh Penambahan Bahan Bakar Minyak Jarak (*Jatropha Oil*) Dan Bioaditif Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel, *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Islam Malang, Malang.
- Nugroho, Sapto. 2017. Pengaruh Zat Aditif Fraksi Sitronelol dan Geraniol Minyak Sereh Wangi Terhadap Bilangan Oktan dan Emisi Gas Buang Bahan Bakar Pertalite, *Skripsi*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Pavia, D. L. 2005. *Introduction to organic laboratory techniques: a small scale approach, 2nd edition*. USA: Brooks/Cole, Thomson Learning Inc.
- Pecsok, R. L., Shield, L. D., Cairns, T., Mcwilliam, I. G. 1976. *Modern Methods of Chemical Analysis, Edisi Kedua*, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Petrovsky, N, 1989, *Marine Internal Combustion Engines*. Moscow: MIR Publishers.
- Rosyadi, Imron., Setiawan, Ipick., Haryadi., Suhendri. 2016. Kajian Tentang Penggunaan Bahan Bakar Biosolar Murni dan Campurannya Menggunakan Minyak Jarak pada Mesin Diesel Satu Silinder, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol 2 No 2, Banten.
- Rusli, M. 2010. *Sukses Memproduksi Minyak Atsiri*. Argo Media Pustaka, Jakarta.
- Sastrohamidjojo, H. 1985. *Kromatografi, Edisi 1, Cetakan 1*, Liberty, Yogyakarta.
- Setyaningsih, D., Faiziin, M, N., Muna, N. 2018 Pemanfaatan Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Penghemat Bahan Bakar Biosolar, *Indonesian Journal of Essential Oil*, Vol.3 No 1, Bogor.
- Setiawan, N.A. 2015. Pengaruh Penambahan Bioaditif Minyak Kayu Putih Pada Bahan Bakar Premium Terhadap Performa Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Shah, R, Pinkesh., Ganesh, Anuradda. 2018. A Novel Strategy of Periodic Dosing of Soy-Lecithin as Additive during Long Term Test of Diesel Engine Fueled with Straight Vegetable Oil, *Journal of Fuel*, 405-417, India.

- SNI. 1995. *Standar Nasional Indonesia Minyak Sereh Wangi*. Badan Standardisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- Soedoyo, P. 1999. *Fisika Dasar*. Pt Ganeca Exact, Yogyakarta.
- Soedomo, M. 2001. *Pencemaran Udara*. Penerbit ITB, Bandung.
- Solanki, P, Krishna., Desai, A, Meghal., Parikh, K, Jigisha. 2018. Sono Hydrodistillation for Isolation of Citrobella oil: A Symbiotic Effect of Sonication and Hydrodistillation Toward Energy Efficiency and Environmental Friendliness, *Journal of Ultrasonic Sonochemistry*, pages 145-153, India
- Sudrajat, A. 2005. *Pencemaran Udara*. IPTEK. Jakarta, vol. 5/XVII/Nopember 2005
- Sumiarta, Ketut. Nanik dan Nyoman Sumandi Antara. 2012. *Good Agricultural Practice Tanaman Sereh (Cymbopogon Citratus (Dc.) Stapf)*. Desnpasar.
- Suwarto., Basri, H. 2018. Pengaruh Pencampuran Bahan Bakar Biosolar dan Dexlite Terhadap Opasitas Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar pada Internal Combustion Engine, *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi*, Malang.
- Utomo, H.P. dan Widiatmoko, N. 2008. *Isolasi Rhodinol Dalam Ekstraksi Minyak Sereh Jawa*. Teknik kimia. UNDIP. Semarang.
- Windholz, M., S. Budavari, R.F., Blumetti dan E.S., Otterbein, 1983, *The Merck Index*, Merck and Co., Inc., Rahway, N.J.
- Wulandari, Retno dan Harianingsih. 2018. Transformasi Sitronelal Dari Destilasi Fraksinasi Sereh Wangi Menjadi Sitronelol Menggunakan Katalis Zr^{4+} -Zeolit Beta, *Inovasi Teknik Kimia*, Vol 3 No 2, Universitas Wahid Hasyim, Semarang.



LAMPIRAN

A. Lampiran 1

Penentuan titik didih 3 senyawa utama minyak serai wangi pada tekanan 30 mmHg menggunakan persamaan Clausius Clapeyron.

1. Sitronelal

$$\begin{aligned}\ln p^2 - \ln p^1 &= \frac{\Delta H_{vap}}{R} \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right] \\ \ln 30 - 760 &= \frac{44220 \text{ j/mol}}{8,314 \text{ j/kmol}} \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{481} \right] \\ -3,232 &= \frac{44220 \text{ j/mol}}{8,314 \text{ j/kmol}} \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{481} \right] \\ -3,232 &= 5318,7394 \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{481} \right] \\ -3,232 &= 5318,7394 \times \left[\frac{-481+T_2}{481 T_2} \right] \\ -3,232 &= \frac{-2558313,651 + 5318,7394 T_2}{481 T_2} \\ -155,592 T_2 &= -2558313,651 + 5318,7394 T_2 \\ -155,592 T_2 - 5318,7394 T_2 &= -2558313,651 \\ T_2 &= \frac{-2558313,651}{-6873,3314} \\ T_2 &= 372,2086 \text{ K} \\ T_2 &= 99,2086 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

2. Sitronelol

$$\begin{aligned}\ln p^2 - \ln p^1 &= \frac{\Delta H_{vap}}{R} \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right] \\ \ln 30 - 760 &= \frac{63500 \text{ j/mol}}{8,314 \text{ j/kmol}} \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{498} \right]\end{aligned}$$

$$-3,232 = \frac{63500 \text{ j/mol}}{8,314 \text{ j/kmol}} \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{498} \right]$$

$$-3,232 = 7637,7195 \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{498} \right]$$

$$-3,232 = 7637,7195 \times \left[\frac{-498+T_2}{498 T_2} \right]$$

$$-3.232 = \frac{-3803584,311 + 7637,7195 T_2}{498 T_2}$$

$$-1609,536 T_2 = -3803584,311 + 7637,7195 T_2$$

$$-1609,536 T_2 - 7637,7195 T_2 = -3803584,311$$

$$T_2 = \frac{-3803584,311}{-9247,2555}$$

$$T_2 = 411,31 \text{ K}$$

$$T_2 = 138,32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3. Geraniol

$$\ln p^2 - \ln p^1 = \frac{\Delta H_{vap}}{R} \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right]$$

$$\ln 30 - 760 = \frac{54610 \text{ j/mol}}{8,314 \text{ j/kmol}} \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{502} \right]$$

$$-3,232 = \frac{54610 \text{ j/mol}}{8,314 \text{ j/kmol}} \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{502} \right]$$

$$-3,232 = 6568,4387 \times \left[-\frac{1}{T_2} + \frac{1}{502} \right]$$

$$-3,232 = 6568,4387 \times \left[\frac{-502+T_2}{502 T_2} \right]$$

$$-3.232 = \frac{-3297356,227 + 6568,4387 T_2}{502 T_2}$$

$$-1622,464 T_2 = -3297356,227 + 6568,4387 T_2$$

$$-1622,464 T_2 - 6568,4387 T_2 = -3297356,227$$

$$T_2 = \frac{-3297356,227}{-8190,9027}$$

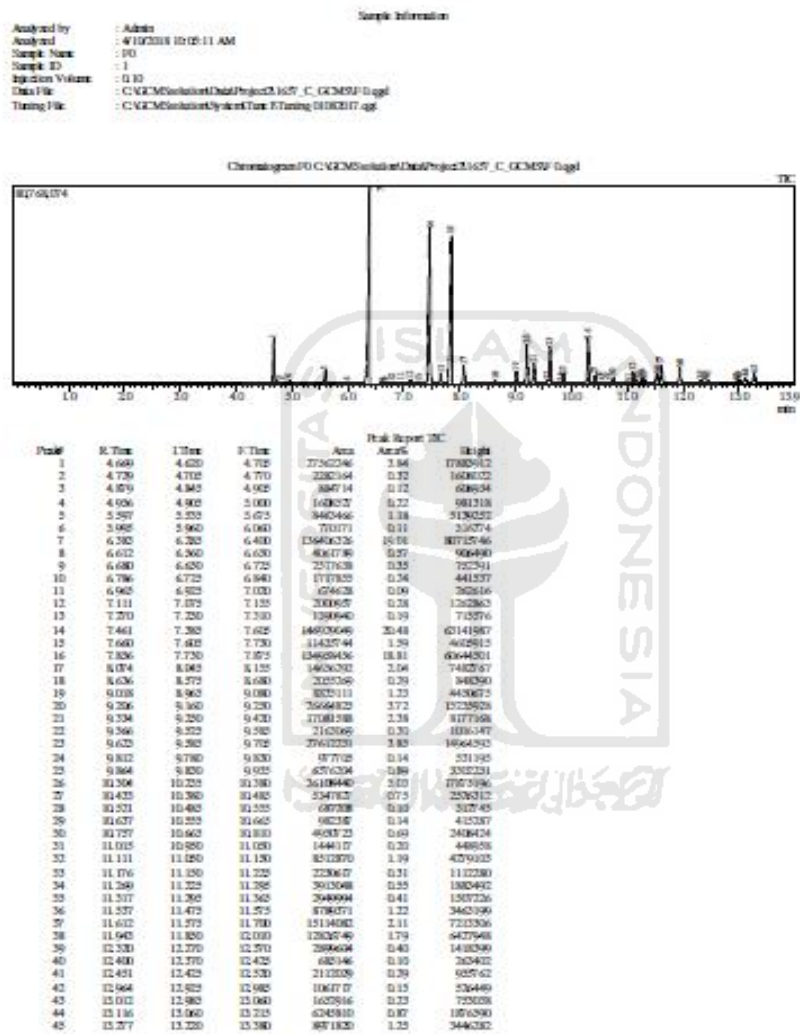
$$T_2 = 402,56 K$$

$$T_2 = 129,56 ^\circ C$$



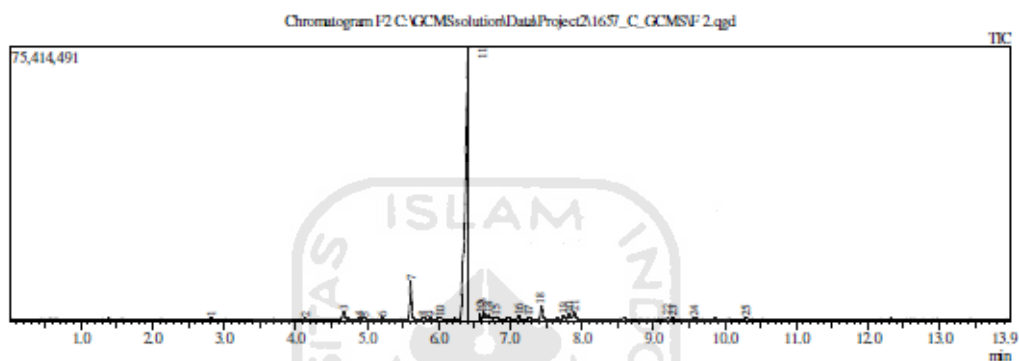
B. Lampiran 2

1. Hasil GC minyak serai wangi



2. Hasil GC fraksi 2

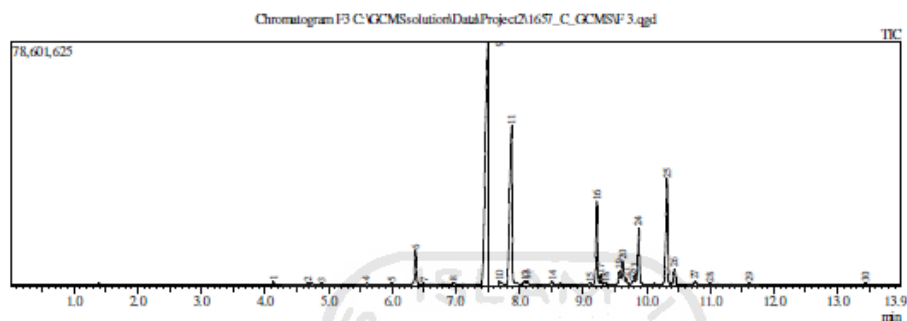
Sample Information
 Analyzed by : Admin
 Analyzed : 4/10/2018 10:40:02 AM
 Sample Name : F2
 Sample ID : 3
 Injection Volume : 0.10
 Data File : C:\GCMSsolution\Data\Project2\1657_C_GCMS\F 2.qgd
 Tuning File : C:\GCMSsolution\SystemTune1\Tuning 01082017.qgt



Peak#	R.Time	LTime	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.816	2.785	2.845	395405	0.15	231628
2	4.136	4.105	4.170	483075	0.18	364446
3	4.674	4.625	4.715	4549177	1.71	2241904
4	4.884	4.850	4.915	470588	0.18	304841
5	4.962	4.915	5.005	1143537	0.43	711588
6	5.211	5.185	5.260	603871	0.23	269453
7	5.606	5.555	5.695	18505641	6.94	10598801
8	5.785	5.695	5.830	786752	0.30	347492
9	5.885	5.830	5.925	752765	0.28	455531
10	6.013	5.960	6.075	1591687	0.60	562387
11	6.408	6.280	6.425	203921160	76.48	75415489
12	6.580	6.575	6.585	532577	0.20	1771520
13	6.631	6.585	6.665	5237921	1.96	2151312
14	6.694	6.665	6.755	3846366	1.44	1556753
15	6.812	6.755	6.865	2169246	0.81	627280
16	7.118	7.090	7.160	1513876	0.57	958458
17	7.268	7.230	7.310	898029	0.34	482677
18	7.436	7.390	7.510	6287244	2.36	3633538
19	7.748	7.710	7.785	2000325	0.75	1115259
20	7.821	7.785	7.855	3051905	1.14	1670904
21	7.894	7.855	7.970	4869249	1.83	2026589
22	9.202	9.170	9.240	746717	0.28	429241
23	9.275	9.240	9.310	476461	0.18	257509
24	9.569	9.535	9.645	794603	0.30	212181
25	10.302	10.260	10.345	1012025	0.38	524540
				266638002	100.00	108921321

3. Hasil GC fraksi 3

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 4/10/2018 10:57:28 AM
 Sample Name : F3
 Sample ID : 4
 Injection Volume : 0.10
 Data File : C:\GCMSsolution\Data\Project2\1657_C_GCMS\F 3.qgd
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System1\Tuning\01082017.qgt

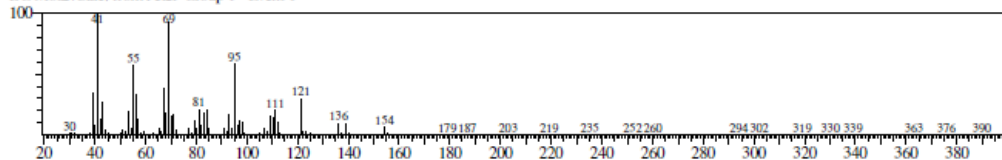


Peak#	R.Time	L.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	4.135	4.100	4.170	1178673	0.19	923220
2	4.674	4.640	4.705	614331	0.10	404034
3	4.884	4.850	4.920	888510	0.14	648194
4	5.600	5.570	5.635	683391	0.11	481616
5	5.993	5.955	6.040	1140432	0.18	678856
6	6.368	6.290	6.430	20011914	3.18	11089528
7	6.495	6.430	6.550	877129	0.14	357563
8	6.976	6.935	7.030	1007466	0.16	510471
9	7.503	7.390	7.515	234920548	37.37	78616351
10	7.686	7.680	7.750	2917616	0.46	1301500
11	7.875	7.750	8.025	138871967	22.04	51241626
12	8.084	8.025	8.105	2106136	0.34	1050196
13	8.126	8.105	8.160	1708247	0.27	1046261
14	8.511	8.475	8.555	1871812	0.30	1059196
15	9.103	9.065	9.140	621739	0.10	337073
16	9.216	9.140	9.250	50288174	8.00	26868470
17	9.277	9.250	9.315	6279983	1.00	3344626
18	9.348	9.315	9.410	1345652	0.21	508572
19	9.574	9.520	9.600	10239138	1.63	4184332
20	9.629	9.600	9.655	13580706	2.16	7384189
21	9.675	9.655	9.725	3654625	0.58	2042813
22	9.775	9.725	9.785	1299857	0.21	820319
23	9.818	9.785	9.840	6561438	1.04	3096483
24	9.877	9.840	9.960	33714849	5.68	18184867
25	10.320	10.240	10.380	75924029	12.08	34306672
26	10.439	10.380	10.485	10258239	1.63	4917158
27	10.761	10.720	10.805	2022299	0.32	1056709
28	10.987	10.950	11.050	852641	0.14	334566
29	11.614	11.575	11.660	747844	0.12	387639
30	13.445	13.405	13.485	781957	0.12	370644
				62867712	100.00	257553744

4. Hasil MS sitronelal

<< Target >>

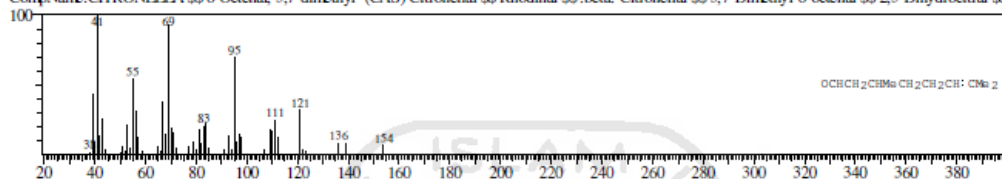
Line#:11 R.Time:6.410(Scan#:1283) MassPeaks:368
 RawMode:Averaged 6.405-6.415(1282-1284) BasePeak:41.10(5558998)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:43604 Library:WILEY7.LIB

SE:97 Formula:C10 H18 O CAS:106-23-0 MolWeight:154 RetIndex:0

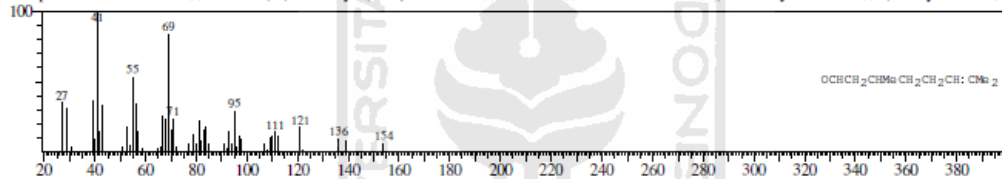
CompName: CITRONELLA \$\$ 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal \$\$ Rhodinal \$\$.beta.-Citronellal \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octenal \$\$ 2,3-Dihydrocitral \$\$



Hit#:2 Entry:43603 Library:WILEY7.LIB

SE:95 Formula:C10 H18 O CAS:106-23-0 MolWeight:154 RetIndex:0

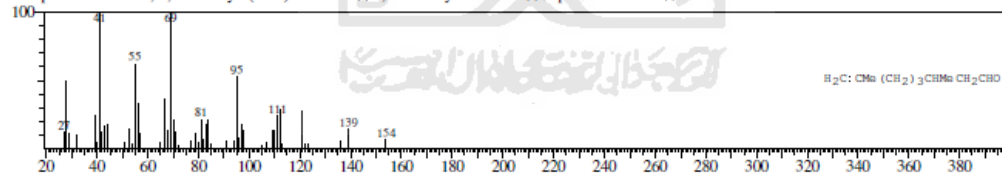
CompName: CITRONELLA \$\$ 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal \$\$ Rhodinal \$\$.beta.-Citronellal \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octenal \$\$ 2,3-Dihydrocitral \$\$



Hit#:3 Entry:42744 Library:WILEY7.LIB

SE:94 Formula:C10 H18 O CAS:141-26-4 MolWeight:154 RetIndex:0

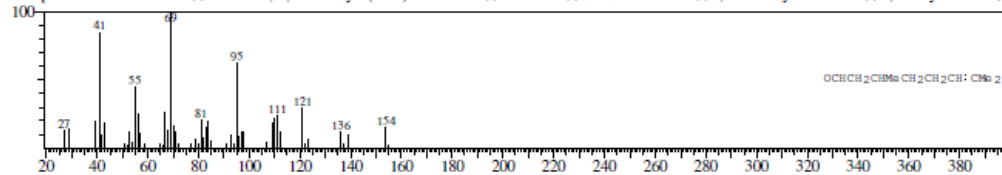
CompName: 7-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Rhodinal \$\$ 3,7-Dimethyl-7-octenal \$\$.alpha.-Citronellal \$\$



Hit#:4 Entry:43607 Library:WILEY7.LIB

SE:93 Formula:C10 H18 O CAS:106-23-0 MolWeight:154 RetIndex:0

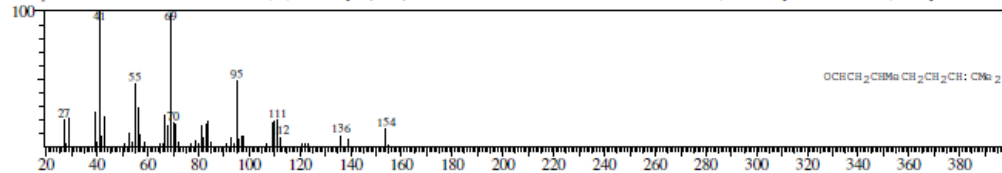
CompName: CITRONELLA \$\$ 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal \$\$ Rhodinal \$\$.beta.-Citronellal \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octenal \$\$ 2,3-Dihydrocitral \$\$



Hit#:5 Entry:43602 Library:WILEY7.LIB

SE:93 Formula:C10 H18 O CAS:106-23-0 MolWeight:154 RetIndex:0

CompName: CITRONELLA \$\$ 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal \$\$ Rhodinal \$\$.beta.-Citronellal \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octenal \$\$ 2,3-Dihydrocitral \$\$



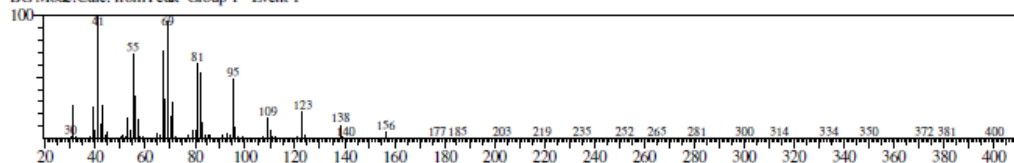
5. Hasil MS sitronelol

<< Target >>

Line#9 R.Time:7.500(Scan#:1501) MassPeaks:368

RawMode:Averaged 7.495-7.505(1500-1502) BasePeak:41.10(8333690)

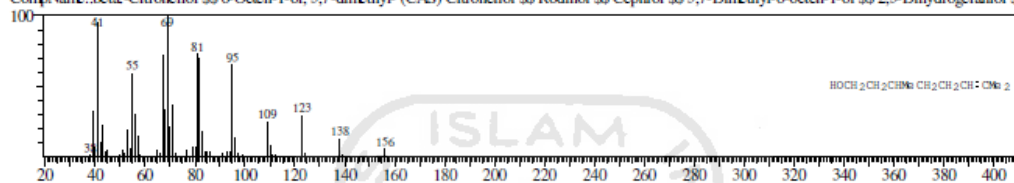
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#1 Entry:46129 Library:WILEY7.LIB

SE:95 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

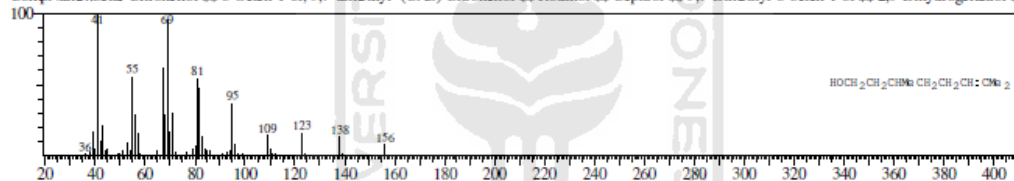
CompName:.beta.-Citronellol SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol SS Rodinol SS Cephrol SS 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol SS 2,3-Dihydrogeraniol SS



Hit#2 Entry:46130 Library:WILEY7.LIB

SE:94 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

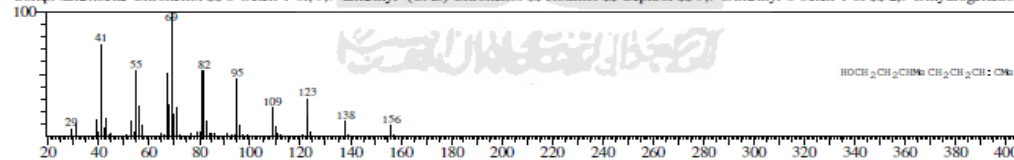
CompName:.beta.-Citronellol SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol SS Rodinol SS Cephrol SS 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol SS 2,3-Dihydrogeraniol SS



Hit#3 Entry:46132 Library:WILEY7.LIB

SE:93 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

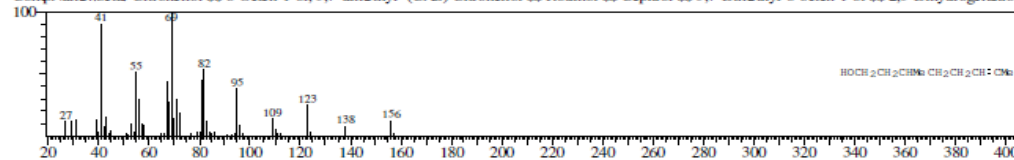
CompName:.beta.-Citronellol SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol SS Rodinol SS Cephrol SS 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol SS 2,3-Dihydrogeraniol SS



Hit#4 Entry:46125 Library:WILEY7.LIB

SE:93 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

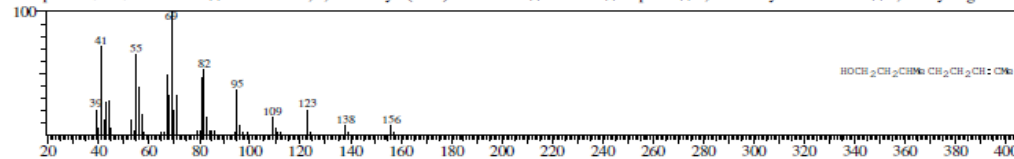
CompName:.beta.-Citronellol SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol SS Rodinol SS Cephrol SS 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol SS 2,3-Dihydrogeraniol SS



Hit#5 Entry:46134 Library:WILEY7.LIB

SE:93 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

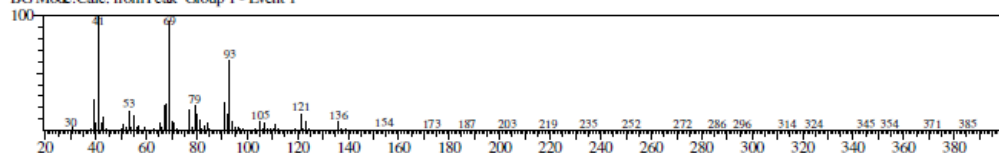
CompName:.beta.-Citronellol SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol SS Rodinol SS Cephrol SS 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol SS 2,3-Dihydrogeraniol SS



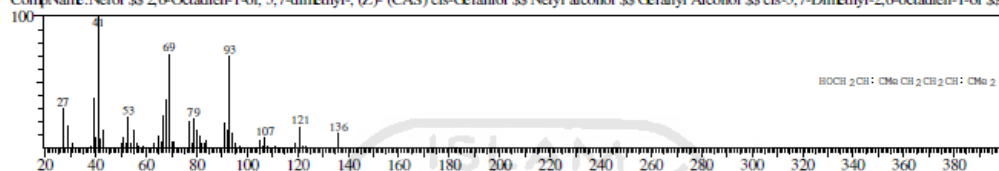
6. Hasil MS geraniol

<< Target >>

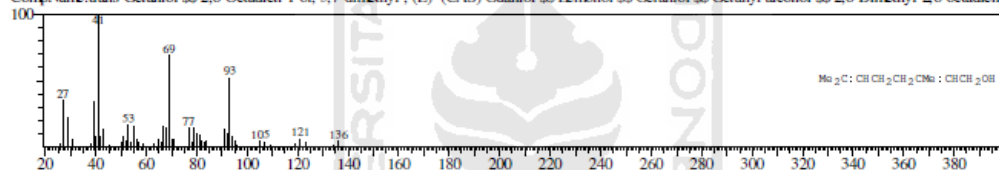
Line#:11 R.Time:7.875(Scan#:1576) MassPeaks:299
 RawMode:Averaged 7.870-7.880(1575-1577) BasePeak:41.10(7589296)
 BGMode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



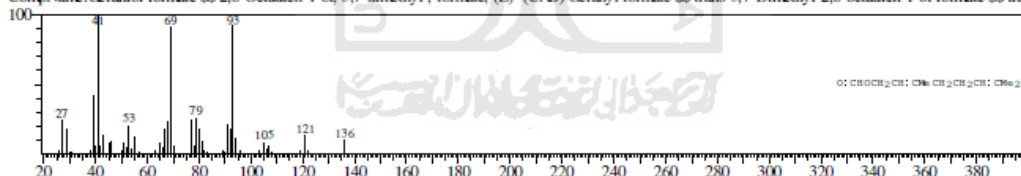
Hit#:1 Entry:43647 Library:WILEY7.LIB
 SE95 Formula:C10 H18 O CAS:106-25-2 MolWeight:154 RetIndex:0
 CompName:Nerol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) cis-Geraniol SS Neryl alcohol SS Geranyl Alcohol SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol SS



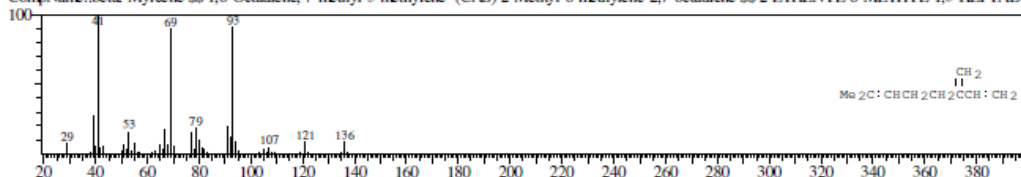
Hit#:2 Entry:43663 Library:WILEY7.LIB
 SE92 Formula:C10 H18 O CAS:106-24-1 MolWeight:154 RetIndex:0
 CompName:trans-Geraniol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Guaniol SS Lemonol SS Geraniol SS Geranyl alcohol SS 2,6-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol SS



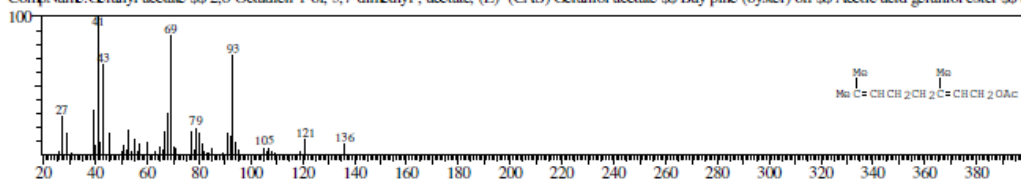
Hit#:3 Entry:74386 Library:WILEY7.LIB
 SE91 Formula:C11 H18 O2 CAS:105-86-2 MolWeight:182 RetIndex:0
 CompName:Geraniol formate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)- (CAS) Geranyl formate SS trans-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol formate SS tran



Hit#:4 Entry:26198 Library:WILEY7.LIB
 SE91 Formula:C10 H16 CAS:123-35-3 MolWeight:136 RetIndex:0
 CompName:.beta.-Myrcene SS 1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene- (CAS) 2-Methyl-6-methylene-2,7-octadiene SS 2-ETHENYL-6-METHYL-1,5-HEPTADIENE



Hit#:5 Entry:91010 Library:WILEY7.LIB
 SE91 Formula:C12 H20 O2 CAS:105-87-3 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Geranyl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- (CAS) Geraniol acetate SS Bay pine (oyster) oil SS Acetic acid geraniol ester SS tr



C. Lampiran 3

Data hasil pengujian efisiensi konsumsi bahan bakar

1. Biosolar Murni

Konsentrasi (%)	Volume Awal (mL)	Volume Akhir (mL)	Volume Pemakaian (mL)
0,1	700	617	83
0,15	700	616	84
0,2	700	617	83
0,5	700	617	83

2. Biosolar + fraksi 2

Konsentrasi (%)	Volume Awal (mL)	Volume Akhir (mL)	Volume Pemakaian (mL)	Efisiensi Pemakaian (%)
0,1	700	640	60	28,57
0,15	700	637	63	25,00
0,2	700	651	49	41,67
0,5	700	655	45	46,43

3. Biosolar + fraksi 3

Konsentrasi (%)	Volume Awal (mL)	Volume Akhir (mL)	Volume Pemakaian (mL)	Efisiensi Pemakaian (%)
0,1	700	639	61	27,38
0,15	700	634	66	21,43
0,2	700	638	62	26,19
0,5	700	645	55	34,52

4. Biosolar + minyak serai wangi

Konsentrasi (%)	Volume Awal (mL)	Volume Akhir (mL)	Volume Pemakaian (mL)	Efisiensi Pemakaian (%)
0,1	700	632	68	19,05
0,15	700	644	56	33,33
0,2	700	639	61	27,38
0,5	700	642	58	30,95

D. Lampiran 4

Dokumentasi alat mesin diesel modifikasi



Gambar a. Alat mesin diesel modifikasi bagian depan



Gambar b. Alat mesin diesel modifikasi bagian samping