

**Formula Bioaditif Berbasis Minyak Sereh Wangi  
(*Cymbopogon winterianus*) dalam Bahan Bakar Minyak  
untuk Meningkatkan Angka Oktan**

**SKRIPSI**

Oleh:

**DINAR ISTIAZIS**

**145090207111031**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

repository.ub.ac.id

Formula Bioaditif Berbasis Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus*) dalam Bahan Bakar Minyak untuk Meningkatkan Angka Oktan

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia



JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Formula Bioaditif Berbasis Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus*) dalam Bahan Bakar Minyak untuk Meningkatkan Angka Oktan

Oleh:  
**DINAR ISTIAZIS**  
145090207111031

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji

pada tanggal .....19...JUL...2018

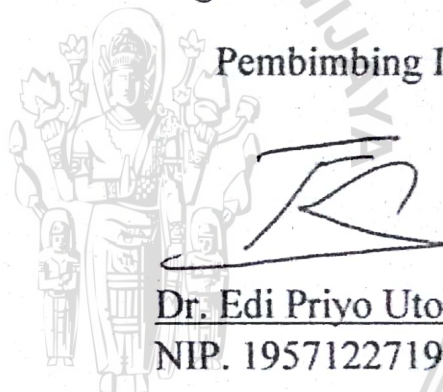
Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I



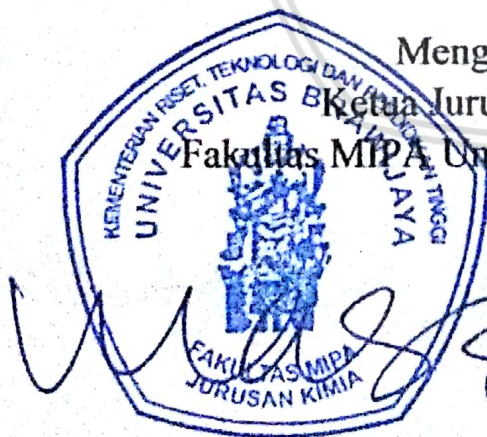
Drs. Suratmo, M.Sc  
NIP. 196307061990021002

Pembimbing II



Dr. Edi Priyo Utomo, MS  
NIP. 195712271986031003

Mengetahui  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya



Masruri, S.Si, M.Si, Ph.D.  
NIP. 197310202002121001



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DINAR ISTIAZIS

NIM : 145090207111031

Jurusan : Kimia

Penulis skripsi berjudul:

**Formula Bioaditif Berbasis Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus*) dalam Bahan Bakar Minyak untuk Meningkatkan Angka Oktan**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di idi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 2018

Yang menyatakan,



(Dinar Istiazis)

NIM. 145090207111031

## Formula Bioaditif Berbasis Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus*) dalam Bahan Bakar Minyak untuk Meningkatkan Angka Oktan

### ABSTRAK

Dilakukan formulasi bioaditif berbasis minyak sereh wangi yang mengandung komponen utama sitronelal, geraniol, dan sitronelol ke dalam bahan bakar minyak pasaran dan bahan bakar standar untuk meningkatkan *Research Octane Number* (RON). Bahan bakar minyak standar dibuat dari campuran isooktana dan n-heptana, perbandingan volume 88%:12% (BBMS1), 90%:10% (BBMS2), 92%:8% (BBMS3), 98%:2% (BBMS4). Formulasi dilakukan menggunakan variasi penambahan minyak sereh wangi sebanyak 1% (v/v) dan 2% (v/v). Kemudian dilakukan karakterisasi dengan spektrofotometer inframerah pada bilangan gelombang 2900-700  $\text{cm}^{-1}$  untuk menentukan RON masing-masing produk. RON dihitung berdasarkan tiga persamaan menurut persamaan linier Rashid [43] dan persamaan polynomial Job [39], penelitian ini juga dilakukan pengukuran karakteristik berat jenis dan titik didih. RON hasil perhitungan persamaan Rashid  $Y_{\text{RON}} = 777.8(X) + 39.87$  dan persamaan Job  $Y_{\text{RON}} = -10,329 + 3,1303 \times 10^3(X) - 3,3397 \times 10^4(X^2) + 1,30730 \times 10^5(X^3)$  cenderung menurun, sedangkan persamaan iob  $Y_{\text{RON}} = 129,48 - 1,9838 \times 10^3(X) + 2,8296 \times 10^4(X^2) - 1,14650 \times 10^5(X^3)$  cenderung meningkat. Hasil pengukuran berat jenis BBM meningkat setelah ditambah minyak sereh wangi. sedangkan titik didih BBM pasaran menurun, namun BBM standar meningkat. Kemiripan antara bahan bakar standar dengan bahan bakar minyak pasaran, ditentukan melalui metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Hasil analisis, menunjukkan bahwa kemiripan karakteristik bahan bakar minyak cenderung berkorelasi juga dengan volume minyak sereh wangi (v/v) yang ditambahkan.

*Kata kunci:* Minyak sereh wangi, Bahan Bakar Minyak, RON Booster, *Linear Discriminant Analysis*

## Bioadditive Formula Based on Citronella Oil (*Cymbopogon winterianus*) in Fuel Oil to Increase the Octane Numbers

### ABSTRACT

Bioadditive formulation based on citronella oil containing main components, namely citronellal, geraniol, and citronellol, into fuel both fuel in market and standard fuel (BBMS) to increase research octane number (RON). Standard fuel made from isooctane and n-heptane mixture with 88%: 12% (BBMS1), 90%: 10% (BBMS2), 92%: 8% (BBMS3), 98%: 2% (BBMS4) . The formulation was performed using a variation of citronella oil addition of 1% (v/v) and 2% (v/v). Each of these products, then characterized by infrared spectrophotometer at the wave number 2900-700  $\text{cm}^{-1}$  to determine the Research Octane Number (RON) on each product. RON is calculated based on three equations according to Rashid [43] with linear and Iob equations [39] with polynomial equations. The characteristic of fuel included its specific gravity and boiling point were also investigated. By using Rashid's equation of  $Y_{\text{RON}} = 777.8(X) + 39.87$  and Iob's equation of  $Y_{\text{RON}} = -10,329 + 3,1303 \times 10^3(X) - 3,3397 \times 10^4(X^2) + 1,30730 \times 10^5(X^3)$ , the RON tends to decrease, whereas by using Iob's equation of  $Y_{\text{RON}} = 129,48 - 1,9838 \times 10^3(X) + 2,8296 \times 10^4(X^2) - 1,14650 \times 10^5(X^3)$  tends to increase. Result of fuel specific gravity increased after added citronellal oil as variables. while the boiling point of the market fuel decreases, but the standard fuel increases. The similarity of the fuel with and without citronellal oil were determined by Linear Discrimination Analysis (LDA). The result of the LDA analysis show that the similarity of fuel oil characteristics tends to correlate also with the volume of citronella oil (v/v) added.

**Keywords:** Citronella Oil, Fuel Oil, RON Booster, Linear Discriminant Analysis

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Formula Bioaditif Berbasis Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus*) dalam Bahan Bakar Minyak untuk Meningkatkan Angka Oktan”** tepat waktu. Penulis ingin menyampaikan terimakasih dan apresiasi tulus kepada pihak yang telah membantu, membimbing, dan mendukung hingga terselesaikannya penyusunan skripsi dengan baik dan benar. Penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Suratmo, M.Sc. selaku dosen penasehat akademik serta sebagai dosen pembimbing I atas bimbingan, motivasi, dan do'a serta ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
2. Bapak Dr. Edi Priyo Utomo, MS selaku dosen pembimbing II atas bimbingan serta ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
3. Bapak Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen penguji seminar proposal dan Bapak Dr. Warsito, MS. Selaku dosen penguji seminar kemajuan, serta Bapak Drs. Sutrisno, M.Si sebagai dosen penguji ujian akhir skripsi, atas saran dan masukan yang membangun untuk penyusunan skripsi.
4. Bapak Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Kimia, staf dosen, karyawan, dan laboran Jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas semua bantuan dan saran yang diberikan kepada penulis.
5. PUI-Agroindustri dan Institut Atsiri Universitas Brawijaya Malang dalam menunjang penelitian penulis
6. Kedua orang tua, Azis Suwaryat dan Istiqomah dan keluarga besar penyusun serta Reiza Tri Suciani Putri S. atas bantuan secara jasmani dan rohani dalam perjalanan masa perkuliahan
7. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Kimia Universitas Brawijaya (HMK UB) yang telah

- memberikan pengalaman, *softskill*, serta kekeluargaan dalam kegiatan organisasi.
8. Rekan kerja di laboratorium organik yang selalu bersedia berkerja sama dalam penelitian tugas akhir dan mahasiswa kimia universitas brawijaya angkatan 2014.
  9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah sangat membantu dalam penyelesaian dan penyusunan skripsi secara baik dan benar.

Penulis menyadari bahwa adanya kekurangan dalam penyusunan skripsi. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun kedepannya. Semoga melalui penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca secara luas.

Malang, 4 Juli 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b>	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>KATA PENGANTAR</b>	vi
<b>DAFTAR ISI</b>	viii
<b>DAFTAR TABEL</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xv
<b>DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN</b>	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	5
2.1 Bahan Bakar	5
2.2 Bensin	6
2.3 Minyak Sereh Wangi	8
2.4 Zat Aditif sebagai <i>RON Booster</i>	10
2.5 Angka Oktan	11
2.6 Penggunaan Spektrofotometer Inframerah untuk Memprediksi Angka Oktan	11
2.7 Metode Kemometrik	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Bahan Penelitian	15
3.3 Alat Penelitian	15
3.4 Instrumentasi	15
3.5 Rancangan dan Tahapan Penelitian	15
3.6 Prosedur Kerja	16
3.6.1 Identifikasi Komponen Penyusun Minyak Sereh Wangi menggunakan Kromatografi Gas-Spektrometr Massa	16



3.6.2	Pembuatan Bahan Bakar Minyak Standar dari Campuran Isooktana dan n-Heptana	16
3.6.3	Penambahan Minyak Sereh Wangi ke dalam Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar	17
3.6.4	Karakterisasi Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar menggunakan Spektrofotometer Inframerah	17
3.6.5	Penentuan Berat Jenis Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar	17
3.6.6	Penentuan Titik Didih Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar	18
3.6.7	Analisis Data	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		19
4.1	Analisis Komponen Penyusun Minyak Sereh Wangi menggunakan KG-SM	19
4.2	Analisis Komponen Penyusun Bahan Bakar Minyak Pertamina menggunakan KG-SM	20
4.3	Hasil Formulasi Bahan Bakar Minyak dengan Minyak Sereh Wangi	22
4.3.1	Hasil Formulasi Bahan Bakar Minyak Pasaran dengan Minyak Sereh Wangi	22
4.3.2	Hasil Formulasi Bahan Bakar Minyak Standar dengan Minyak Sereh Wangi	27
4.4	Analisis Karakteristik Bahan Bakar Minyak	32
4.4.1	Analisis Karakteristik Berat Jenis Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar	32
4.4.2	Analisis Karakteristik Titik Didih Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar	33
4.4.3	Analisis Karakteristik Angka Oktan Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar	35
4.5	Prediksi Kedekatan Karakteristik Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar melalui Analisis Diskriminan	42
<b>BAB V PENUTUP</b>		47

5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	49
<b>LAMPIRAN</b>	57



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bahan bakar minyak mempunyai peranan penting di sektor industri dan transportasi [1]. Berkembangnya teknologi otomotif di Indonesia, berpengaruh pada meningkatnya mobilitas masyarakat Indonesia dalam sarana transportasi. Jumlah pemakaian transportasi dan bahan bakar minyak juga meningkat akibat dari perkembangan tersebut [2]. Untuk memenuhi kebutuhan energi global yang terus meningkat, perlu dilakukan pengembangan energi agar lebih efisien [3]. Kebutuhan bahan bakar minyak bumi di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, sedangkan cadangan dan produksi bahan bakar minyak bumi di Indonesia mengalami penurunan setiap tahunnya [4].

Acuan untuk mengukur kualitas dari bensin yang digunakan sebagai bahan bakar motor bensin adalah angka oktan. Semakin tinggi angka oktan maka semakin rendah kecenderungan bensin untuk terjadi *knocking* [5]. Reformulasi bahan bakar dengan zat aditif mampu meningkatkan efisiensi pembakaran bahan bakar, yang berfungsi memperkaya kandungan oksigen dalam bahan bakar [6]. Senyawa oksigenasi mampu menaikkan nilai oktan dan kualitas pembakaran bahan bakar oleh mesin. Struktur molekul, konsentrasi oksigen, dan kandungan bahan bakar dapat juga mempengaruhi emisi hasil pembakaran bensin motor [15].

Zat aditif dibedakan menjadi dua macam, zat aditif sintetik atau standar dan zat aditif alami [8]. Zat aditif alami merupakan zat aditif yang diperoleh dari tumbuhan [1]. Zat aditif metil tersier butil eter yang sekarang banyak digunakan, merupakan zat aditif yang menghasilkan emisi beracun atau bersifat karsinogen, sehingga minyak atsiri adalah bahan alternatif yang memiliki potensi sebagai zat aditif. Beberapa minyak atsiri juga mampu meningkatkan kinerja mesin dengan ditunjukkanya konsumsi bahan bakar yang berkurang [9,30]. Zat aditif dapat ditambahkan ke dalam bahan bakar bensin untuk meningkatkan performa mesin dan efisiensi pembakaran,



sehingga akan dihasilkan tenaga yang lebih besar dan penggunaan bahan bakar minyak yang lebih sedikit setiap jaraknya [6,7].

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman hayati yang berlimpah, tersedia berbagai jenis tanaman penghasil minyak atsiri, diantaranya sereh wangi [11]. Sekitar 150 lebih jenis minyak atsiri, 40 jenis diantaranya dapat diproduksi di Indonesia [10]. Salah satu jenis tanaman dengan produksi minyak atsiri yang meningkat pesat yaitu minyak sereh [12].

Minyak sereh wangi yang dikenal dalam dunia perdagangan yaitu tipe srilanka dan tipe jawa. Tipe jawa atau mahapengiri, berasal dari *Cymbopogon winterianus jowitt* atau *Java Citronella* dan tipe srilanka atau lenabatu, berasal dari tanaman *Cymbogon nardus rendle*, sedangkan jenis sereh wangi (*Cymbopogon winteranus jowitt*) merupakan tanaman sereh yang paling dominan digunakan sebagai penghasil minyak atsiri dibandingkan jenis sereh dapur (*Cymbopogon flexuosus*) dan rumput palmarosa (*Cymbopogon martini*) [11,12].

Pada umumnya dalam pengolahan minyak atsiri, dikenal 3 macam metode penyulingan, yaitu penyulingan dengan air, penyulingan dengan air dan uap, dan penyulingan dengan uap [12]. Terdapat 11 komponen yang dikandung oleh minyak sereh wangi dan tiga komponen utama yaitu sitronelal, sitronelol, dan geraniol [11,13]. Minyak atsiri bersifat dapat larut dalam bensin, juga komponen utama penyusun minyak sereh wangi merupakan monoterpen teroksigenasi, yang dapat memberikan ketersediaan oksigen dalam bensin sehingga dimungkinkan mampu meningkatkan pembakaran bahan bakar dalam mesin [11,6]. Berdasarkan uraian diatas maka menarik untuk dilakukan pengkajian mengenai formula bioaditif berbasis minyak sereh wangi (*Cymbopogon winterianus*) dalam bahan bakar minyak untuk meningkatkan angka oktan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan minyak sereh wangi terhadap karakteristik bahan bakar minyak pasaran dan bahan bakar minyak standar?

2. Bagaimana pengaruh penambahan minyak sereh wangi terhadap angka oktan bahan bakar minyak pasaran dan bahan bakar minyak standar?

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, Batasan masalah yang dapat diambil adalah:

1. Minyak sereh wangi yang digunakan merupakan hasil penyulingan dari daun tanaman sereh wangi yang diperoleh dari Institut Atsiri Universitas Brawijaya
2. Bahan bakar minyak pasaran yang digunakan adalah bahan bakar minyak premium, pertalite, pertamax, dan pertamax turbo.
3. Analisis data dilakukan dengan pendekatan metode spektrofotometri inframerah dan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA)

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan minyak sereh wangi terhadap karakteristik bahan bakar minyak pasaran dan bahan bakar minyak standar
2. Mengetahui pengaruh penambahan minyak sereh wangi terhadap angka oktan bahan bakar minyak pasaran dan bahan bakar minyak standar

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh peningkatan angka oktan pada bahan bakar minyak dengan penambahan minyak sereh wangi dan dapat dijadikan bahan penelitian lebih lanjut.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu bahan organik yang apabila dibakar akan menghasilkan panas dan energi. Bahan bakar dapat dibagi atas tiga kategori yaitu padat, cair, dan gas [16]. Bahan bakar padat yang banyak digunakan pada sektor industri maupun transportasi adalah batubara, sedangkan kategori cair dan gas berturut-turut adalah minyak bumi dan gas bumi [17]. Umumnya kendaraan di Indonesia saat ini menggunakan beberapa pilihan jenis bahan bakar, Bahan Bakar Minyak (BBM) terbesar yang digunakan adalah jenis gasoline untuk motor bensin, yaitu premium, pertalite, dan pertamax. BBM termasuk golongan cair. [18,19]. Hingga saat ini, sektor transportasi masih menjadi sektor pengguna BBM terbesar di dibandingkan dengan sektor-sektor lainnya seperti industri, dan pembangkit listrik. Peningkatan kebutuhan BBM tertinggi terjadi pada sektor transportasi, hal ini diperkirakan disebabkan karena peningkatan jumlah kendaraan yang cukup tinggi, peningkatan mobilitas perjalanan karena jarak tempat tinggal yang semakin menjauh dari tempat kerja, kemacetan yang semakin padat, ditambah harga BBM yang cenderung masih murah [20].

Masing-masing jenis bahan bakar tersebut memiliki angka oktan, karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda. Proses pembakaran bahan bakar dalam motor bensin sangat dipengaruhi oleh bilangan oktan, sedangkan di motor diesel dipengaruhi oleh bilangan setana. Angka oktan menunjukkan seberapa besar tekanan maksimum yang dapat diberikan di dalam mesin sebelum bensin terbakar secara spontan. Semakin tinggi angka oktan bahan bakar menunjukkan daya bakarnya semakin tinggi dan tidak terbakar secara spontan [20,27]. Pengukuran kualitas pembakaran agar tidak terjadi ketukan dapat dilihat dari angka oktan [31]. Pembakaran yang terlalu cepat yang disebabkan bukan karena percikan api busi menyebabkan ketukan pada mesin sehingga mesin cepat rusak dan mengurangi efisiensi pembakaran bahan bakar [30].



Karakteristik bahan bakar cair meliputi :

1. Titik Nyala (*Flash point*)

Titik nyala merupakan nilai angka yang menyatakan suhu terendah bahan bakar minyak akan terbakar apabila pada permukaannya tersebut diletakan pada nyala api. Suhu terendah bahan bakar minyak akan terbakar juga merupakan titik sebagai pengaman karena sifat bahan bakar minyak yang mudah terbakar. Titik nyala bahan bakar minyak biasanya sangat rendah, sehingga penambahan zat aditif ke dalam bahan bakar minyak akan dapat menekan titik nyala [21].

2. Viskositas

Nilai viskositas dapat dinyatakan oleh jumlah detik yang diperlukan oleh volume tertentu dari suatu minyak untuk mengalir melalui lubang dengan diameter kecil tertentu, nilai waktu yang diperlukan berbanding lurus dengan nilai viskositasnya [17]. Bahan bakar cair harus memiliki sedikit kemampuan pelumas, agar melindungi pompa injeksi bertekanan tinggi dan komponen mesin lain dari kerusakan [22].

## 2.2 Bensin

Bensin adalah campuran senyawa kompleks hidrokarbon cair yang bersifat mudah menguap. Bensin merupakan nama umum untuk jenis bahan bakar minyak yang diperuntukkan untuk mesin dengan pembakaran atau pengapian. Bensin juga mengandung banyak komponen alami yang berbeda (seperti benzena dan toluena), beberapa zat aditif seperti metil tersier butil eter (MTBE) [23]. Di Indonesia terdapat tiga jenis bensin, yakni bensin RON 88, bensin RON 90, dan bensin RON 92. Berikut adalah tabel spesifikasi bahan bakar minyak yang dipasarkan di Indonesia, premium (RON 88), pertalite (RON 90), dan pertamax (RON 92).

**Tabel 2.1:** Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Premium (RON 88) [34]

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Meode Uji
			Min	Maks	ASTM
1.	Angka oktana riset	RON	88,0	-	D 2699
2.	Distilasi: 10% vol.	°C	-	74	D 86
	Penguapan 50% vol.	°C	75	125	
	Penguapan 90% vol.	°C	-	180	
	Penguapan Titik didih akhir	°C	-	215	
	Residu	% vol	-	2,0	
3.	Berat jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m <sup>3</sup>	715	770	D 4052 / D 1298

**Tabel 2.2:** Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Pertalite (RON 90) [34]

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Meode Uji
			Min	Maks	ASTM
1.	Angka oktana riset	RON	88,0	-	D 2699
2.	Distilasi: 10% vol.	°C	-	74	D 86
	Penguapan 50% vol.	°C	88	125	
	Penguapan 90% vol.	°C	-	180	
	Penguapan Titik didih akhir	°C	-	215	
	Residu	% vol	-	2,0	
3.	Berat jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m <sup>3</sup>	715	770	D 4052 / D 1298

**Tabel 2.3:** Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Pertamina (RON 92) [34]

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Meode Uji
			Min	Maks	ASTM
1.	Angka oktana riset	RON	92,0	-	D 2699
2.	Distilasi:	°C	-	70	D 86
	10% vol.				
	Penguapan				
	50% vol.				
	Penguapan				
90% vol.	°C	-	180		
Penguapan	°C	-	215		
Titik didih akhir	°C	-	215		
Residu	% vol	-	2,0		
3.	Berat jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m <sup>3</sup>	715	770	D 4052 / D 1298

### 2.3 Minyak Sereh Wangi

Indonesia yang merupakan salah satu pusat *megabiodiversity*, menghasilkan sekitar 57% atau 40 dari 80 jenis minyak atsiri yang diperdagangkan di dunia. 14 jenis diantaranya telah menjadi komoditas ekspor internasional, salah satunya minyak sereh wangi. Eksplorasi minyak sereh wangi sebagai bioaditif semakin besar. Minyak sereh wangi diperkirakan memiliki kemiripan sifat fisik yang mendekati dengan sifat fisik bahan bakar, seperti berat jenis, titik didih, dan *volatile* [26].

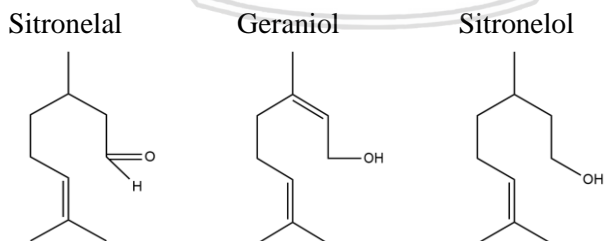
Spesies tanaman sereh yang banyak dimanfaatkan ada dua macam, yaitu *Cymbopogon nardus* atau disebut sebagai Ceylon dan *Cymbopogon winterianus* tipe Jawa. Minyak sereh wangi tipe Ceylon memiliki kandungan sitronelal sebanyak 7-15%, sedangkan untuk tipe Jawa memiliki kandungan spesi sitronelal sebanyak 35% [32].

Dalam menjaga mutu produk minyak sereh wangi, pemerintah Indonesia menentukan suatu regulasi melalui Standar Nasional Indonesia. Syarat yang harus dimiliki yaitu penampilan minyak berupa cairan dengan warna kuning tua hingga merah. Aroma minyak seperti lemon. Sifat fisik yang diukur menyatakan berat jenis pada suhu 25°C yaitu 0,8902; putaran optis +0,2; indeks bias pada suhu

20°C yaitu 1,487; dan kadar sitral 80,2% [33]. Terdapat perbedaan acuan jika dibandingkan dengan standar internasional yang dikeluarkan oleh *International Organization for Standardization* (ISO), bahwa kandungan minyak sereh tidak hanya dilihat dari kadar sitral saja. Pada **Tabel 2.4** menunjukkan konsentrasi standar dari komponen penyusun minyak sereh wangi berdasarkan ISO 3848:2001 [14].

**Tabel 2.4:** Standar Komponen Minyak Sereh Wangi Menurut ISO 3848:2001 [14]

Komponen	Minimum (%)	Maksimum (%)
Limonen	2,0	5,0
Sitronelal	3,1	39,0
Linalool	0,5	1,5
Isopulegol	0,5	1,7
$\beta$ -Elemen	0,7	2,5
Sitronelil asetat	2,0	4,0
Germacrene-D	1,5	3,0
Geraniol	0,3	11,0
Geraniol asetat	2,5	5,5
$\delta$ -Cadinene	1,4	2,5
Sitronelol	8,5	13,0
Geraniol	20	25,0
Elemol	1,3	4,0
Eugenol	0,5	1,0



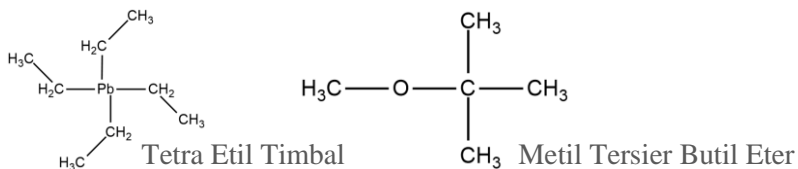
**Gambar 2.1:** Struktur Kimia Komponen Utama Minyak sereh Wangi



## 2.4 Zat Aditif sebagai RON *Booster*

Salah satu solusi penghematan bahan bakar minyak adalah penggunaan bahan aditif sebagai campuran bahan bakar [29]. Aditif adalah suatu zat yang ditambahkan ke dalam suatu bahan, dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja bahan tanpa merubah spesifikasi bahan tersebut. Aditif BBM dalam jumlah yang sedikit dapat meningkatkan pembakaran BBM, tenaga/daya mesin meningkat, membersihkan deposit karbon, menurunkan emisi gas buang, volume konsumsi BBM menurun. Minyak atsiri umumnya larut dalam pelarut organik seperti alkohol, eter, petroleum, benzena, dan tidak larut dalam air. Minyak atsiri yang mempunyai karakteristik yang menyerupai karakteristik bahan bakar minyak, seperti berat jenis, titik didih, dan sifat mudah menguap adalah minyak sereh wangi. Minyak ini tersusun dari senyawa-senyawa organik hidrokarbon yang spesifik dan hidrokarbon oksigenat, sehingga dimungkinkan dapat berperan sebagai bioaditif [28,30].

Tetra Etil Timbal (TET) banyak digunakan sebagai bahan campuran pada bensin untuk meningkatkan angka oktan sejak tahun 1920. Tetapi, hasil pembakaran dari tetra etil timbal menghasilkan unsur timbal, yang bersifat merusak pada mesin. Di sisi lain, hasil pembakaran tersebut juga bersifat beracun. Metil Tersier Butil Eter (MTBE), juga merupakan bahan aditif bensin yang masih digunakan. MTBE menjadi senyawa oksigenat, sehingga pembakaran bahan bakar di dalam mesin menjadi lebih sempurna. MTBE lebih banyak dipilih sebagai aditif karena lebih ekonomis. Zat aditif MTBE juga punya sisi buruk, MTBE merupakan penghasil unsur timbal pada produk pembakarannya. Timbal bersifat beracun, dapat mencemari lingkungan, sebagai contoh dapat mencemari air sehingga akan beracun ketika air tersebut di olah menjadi air minum [30].



**Gambar 2.2:** Struktur Kimia Zat Aditif Tetra Etil Timbal dan Metil Tersier Butil Eter

Angka oktan dapat meningkat karena adanya zat aditif sebagai RON *booster*. Angka oktan akan meningkat dengan adanya gugus  $\text{CH}_3$ , tetapi berkurang dengan adanya gugus  $\text{CH}_2$ . Letak gugus  $\text{CH}_3$  tersebut dalam struktur rantai hidrokarbon juga berpengaruh, angka oktan akan meningkat apabila letak cabang gugus  $\text{CH}_3$  semakin dekat dengan titik tengah rantai hidrokarbon. Sebaliknya, apabila cabang gugus  $\text{CH}_3$  berjauhan maka akan menurunkan angka oktan. Jumlah banyaknya gugus  $\text{CH}_3$  yang terkandung pada zat aditif akan berpengaruh terhadap meningkatnya angka oktan, sedangkan gugus  $\text{CH}_2$  akan berpengaruh terhadap menurunnya angka oktan. Cabang gugus  $\text{CH}_3$  tersier dan kuartener berpengaruh terhadap meningkatnya angka oktan [35].

## 2.5 Angka Oktan

Angka oktan merupakan parameter terpenting yang berpengaruh di dalam spesifikasi bahan bakar motor. Angka oktan berperan dalam kualitas proses pembakaran di dalam mesin yang merepresentasikan ukuran ketukan atau *knocking* dari bahan bakar minyak [25]. Angka oktan merupakan komposisi perbandingan volume isooktan dan n-heptana di dalam standar yang menghasilkan intensitas *knocking* yang sama dengan bahan bakar yang diuji. Angka oktan tersebut yang menghasilkan intensitas *knocking* atau daya ketukan dalam proses pembakaran. Isooktan merupakan senyawa dengan angka oktan 100 yang sangat tahan terhadap ketukan, sedangkan n-heptana sangat sedikit tahan terhadap ketukan dengan angka oktan yaitu 0 [24].

## 2.6 Penggunaan Spektrofotometer Inframerah untuk Memprediksi Angka Oktan

*Research Octane Number* (RON) suatu jenis bahan bakar minyak bensin, ditentukan melalui prosedur pengujian yang mengacu sesuai standar ASTM D2699 [36]. Namun penentuan angka oktan dengan metode ASTM D2699, memerlukan waktu lebih dan biaya yang mahal. Penentuan angka oktan dengan metode lain, dapat dilakukan melalui metode statistik multivariat yang menggunakan data-data hasil penelitian secara kimiawi. Spektroskopi vibrasi, seperti serapan

spektrofotometer inframerah dan spektroskopi raman, merupakan salah satu metode yang mampu menentukan angka oktan dari suatu jenis bahan bakar minyak [37]. Spektrofotometer inframerah adalah metode yang paling umum digunakan untuk memprediksi karakteristik dari bahan bakar [38]. Penentuan angka oktan melalui pendekatan spektrofotometri inframerah dapat dihitung melalui tiga persamaan berikut [43]:

$$\text{RON} = 777.8X + 39.87 \tag{2.1}$$

$$\text{Dimana, } X = \frac{\text{Abs}@1610 + \text{Abs}@800}{\text{Abs}@2920 + \text{Abs}@1455 + \text{Abs}@730} \tag{2.2}$$

Puncak 1610 cm<sup>-1</sup>, 800 cm<sup>-1</sup>, 730 cm<sup>-1</sup> biasanya berhubungan dengan gugus fungsi aromatik atau olefinik (hidrokarbon alkena), sedangkan puncak 2920 cm<sup>-1</sup> dan 1455 cm<sup>-1</sup> disebabkan oleh gugus fungsi parafinik (hidrokarbon alkana) [39].

**Tabel 2.5:** Wilayah (*region*) dan Pita (*band*) yang Digunakan untuk Menghitung Angka Oktan [39]

Wilayah ( <i>region</i> )	Pita ( <i>band</i> )
3020-2780 cm <sup>-1</sup>	2920 cm <sup>-1</sup>
1620-1560 cm <sup>-1</sup>	1610 cm <sup>-1</sup>
1480-1400 cm <sup>-1</sup>	1455 cm <sup>-1</sup>
820-780 cm <sup>-1</sup>	800 cm <sup>-1</sup>
740-710 cm <sup>-1</sup>	730 cm <sup>-1</sup>

Persamaan (2.3) yang merupakan persamaan polinomial, memberikan nilai koefisien korelasi sebesar 0,998, dengan persamaan sebagai berikut [39] :

$$\begin{aligned} \text{RON} = & -10,329 + 3,1303 \times 10^3 X - 3,3397 \times 10^4 X^2 \\ & + 1,30730 \times 10^5 X^3 \end{aligned} \tag{2.3}$$

Persamaan (2.3) dihasilkan nilai yang lebih mendekati sebenarnya, pada rentang 70-100. Namun, karena penentuan angka oktan akan berkisar pada 90-100, maka digunakan persamaan (2.4) agar didapat nilai yang lebih sempurna.



$$\begin{aligned} \text{RON} = & 129,48 - 1,9838 \times 10^3 X + 2,8296 \times 10^4 X^2 \\ & - 1,14650 \times 10^5 X^3 \end{aligned} \quad (2.4)$$

## 2.7 Metode Kemometrik

Kemometrik adalah suatu ilmu yang menghubungkan pengukuran berdasarkan proses secara kimiawi dengan metode matematika atau statistika melalui aplikasi. Kemometrik umumnya mengacu pada penggunaan metode statistika untuk mendapatkan informasi lain atau menginterpretasi informasi dari suatu proses penelitian kimia yang dilakukan [40]. Salah satu metode statistika yang telah banyak digunakan dalam analisis kimia adalah metode analisis multivariat, salah satu analisis kimia yang banyak menggunakan analisis multivariat yaitu penentuan angka oktan dari bahan bakar melalui spektrofotometer inframerah. Hal ini menyebabkan meningkatnya penggunaan instrument spektrofotometer inframerah [41].

Analisis multivariat adalah suatu analisis yang melibatkan variabel dalam jumlah lebih dari atau sama dengan 3 variabel. Analisis multivariat digunakan untuk menganalisis data dengan banyak variabel yang saling berhubungan satu sama lain [42]. Banyak jenis metode analisis multivariat, salah satunya yaitu analisis diskriminan. Analisis diskriminan digunakan untuk menemukan kemiripan atau hubungan dari beberapa kelompok data. Hubungan yang dihasilkan dapat digunakan sebagai klasifikasi linier [41].

Analisis diskriminan linier digunakan untuk menemukan kombinasi linier fitur yang paling baik memisahkan dua atau lebih kelas objek atau peristiwa. Kombinasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai klasifikasi linear. Metode ini memaksimalkan rasio antara-kelas varians ke varians dalam kelas dalam kumpulan data tertentu sehingga menjamin keterpisahan maksimal. [41]



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan selama bulan Februari hingga Juni 2018 di Laboratorium Kimia Organik dan UPT Instrumen Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

#### **3.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu diantaranya minyak sereh wangi tipe Jawa (*Cymbopogon winterianus*) yang diperoleh dari distilasi uap bagian daun, isooktana, dan n-heptana.

#### **3.3 Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia 100 mL, gelas ukur 50 mL, mikropipet, pipet tetes, pipet ukur 10 mL, pipet volume 10 mL, seperangkat alat distilasi, termometer 100°C, *waterbath*, botol sampel, botol semprot plastik, botol vial, dan piknometer. Sedangkan dalam metode *multivariate data analysis* menggunakan perangkat keras laptop Dell dengan spesifikasi prosesor Intel (R) Core i3 dengan RAM 4GB, dan perangkat lunak IBM SPSS *Statistic*

#### **3.4 Instrumentasi**

Instrumentasi analisis yang digunakan antara lain KG-MS Shimadzu QP2010S dan FT-IR Spectrophotometer-8400S.

#### **3.5 Rancangan dan Tahapan Penelitian**

Untuk mengetahui formula bioaditif berbasis minyak sereh wangi maka, penelitian ini dirancang berdasarkan rancangan acak kelompok yang terdiri dari kelompok :

1. Bahan baku minyak pasaran + Aditif
2. Bahan baku minyak standar + Aditif

Adapun tahapan penelitian meliputi:

1. Identifikasi komponen penyusun minyak sereh wangi menggunakan Kromatografi Gas-Spektrometer Massa



2. Pembuatan BBM standar dari campuran isooktana dan n-heptana
3. Penambahan minyak sereh wangi sebagai zat aditif ke dalam BBM pasaran (BBMP) dan BBM standar (BBMS)
4. Karakterisasi produk menggunakan spektrofotometer inframerah
5. Penentuan berat jenis dari BBM pasaran dan BBM standar
6. Penentuan titik didih dari BBM pasaran dan BBM standar
7. Analisis Data

### 3.6 Prosedur Kerja

#### 3.6.1 Identifikasi Komponen Penyusun Minyak Sereh Wangi menggunakan Kromatografi Gas-Spektrometer Massa

Analisis produk dengan menginjeksikan sampel sebanyak 0,2  $\mu\text{L}$  menggunakan *syringe* pada instrumen KG-SM Shimadzu QP2010S. Masing-masing puncak diinterpretasikan dan dibandingkan dengan *Library* yang tersedia sehingga hasil akhir analisis diperoleh berupa data kromatogram dan prediksi senyawa produk. Spesifikasi alat KG-SM yang digunakan yaitu:

Jenis kolom	: Kolom kapiler Restrex Rtx-5
Fasa diam	: 5% difenil atau 95% dimetil polisiloksan
Panjang kolom	: 30 m
Temp. Kolom	: 60-215°C
Temp. Injector	: 225°C
Kecepatan alir gas	: 50 mL/menit
Gas Pembawa	: Helium

#### 3.6.2 Pembuatan Bahan Bakar Minyak Standar dari Campuran Isooktana dan n-Heptana

Dibuat BBM standar dari campuran isooktana dan n-heptana. BBMS1 merupakan campuran isooktana dan n-heptana dengan perbandingan 88%:12%, diambil 44 mL isooktan dan 6 mL n-heptana. BBMS2 merupakan campuran isooktana dan n-heptana dengan perbandingan 90%:10%, diambil 45 mL isooktana dan 5 mL n-heptana. BBMS3, campuran isooktana dan n-heptana dengan perbandingan 92%:8%, diambil 46 mL isooktan dan 4 mL n-heptana. BBMS4 merupakan campuran isooktana dan n-heptana dengan perbandingan 98%:2%, diambil 49 mL isooktan dan 1 mL n-heptana.

### 3.6.3 Penambahan Minyak Sereh Wangi ke dalam Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar

Penambahan minyak sereh wangi sebanyak 1%, diambil masing-masing bahan bakar minyak pasaran (BBMP) dan bahan bakar minyak standar (BBMS) sebanyak 49,5 mL dan dimasukkan ke dalam masing-masing botol sampel. Kemudian diambil minyak sereh wangi sebanyak 500  $\mu\text{L}$  menggunakan mikropipet dan ditambahkan ke dalam masing-masing BBMP dan BBMS.

Penambahan minyak sereh wangi sebanyak 2%, diambil masing-masing BBMP dan BBMS sebanyak 49 mL. kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing botol sampel. Diambil minyak sereh wangi sebanyak 1000  $\mu\text{L}$  menggunakan mikropipet dan ditambahkan ke dalam masing-masing BBMP dan BBMS.

### 3.6.4 Karakterisasi Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar menggunakan Spektrofotometer Inframerah

Diambil secukupnya sampel BBMP dan BBMS tanpa penambahan minyak sereh wangi dan dengan penambahan minyak sereh wangi sebanyak 1% dan 2%, dimasukkan ke dalam botol vial. kemudian dilakukan *scanning* sebagai *background*. Sampel yang berwujud cair, dioleskan sedikit pada plat NaCl. Sampel selanjutnya dilakukan *scanning* dan diperoleh spektra IR berupa perbandingan bilangan gelombang terhadap Transmittansi (%T).

### 3.6.5 Penentuan Berat Jenis Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar

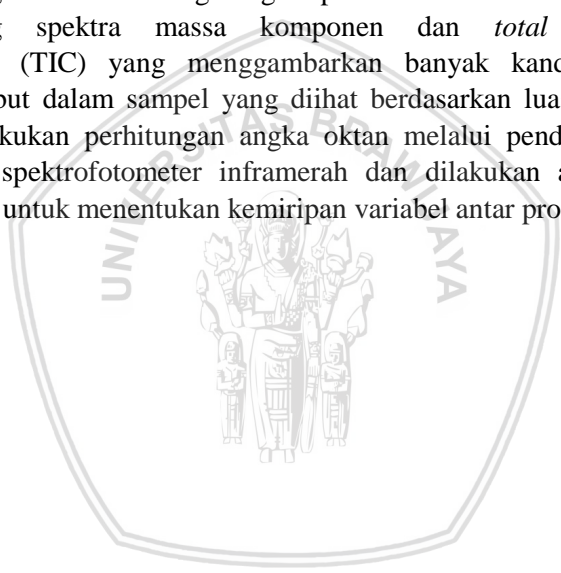
Pengukuran berat jenis dilakukan pada suhu 20°C. Ditimbang piknometer 10 mL kosong menggunakan neraca analitik dan dicatat hasilnya. Ditambahkan akuades ke dalam piknometer dan ditimbang. Setelah dicatat nilainya, diganti akuades dengan setiap produk BBM. Ditambahkan tiap masing-masing produk BBM ke dalam piknometer sebanyak 10 mL menggunakan pipet ukur. Ditimbang tiap masing-masing produk BBM dan dicatat nilainya.

### 3.6.6 Penentuan Titik Didih Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar

Dirangkai seperangkat alat distilasi. Ditambahkan tiap masing-masing produk BBM ke dalam labu alas bulat. Dinyalakan *waterbath* dan dijaga pada suhu konstan. Dilakukan distilasi hingga didapat tetesan distilat yang pertama dan dicatat suhunya.

### 3.6.7 Analisis Data

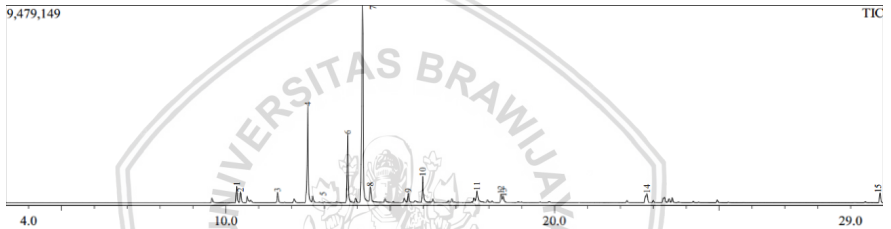
Hasil spektra inframerah diperoleh serapanya dan diterjemahkan sebagai pola vibrasi dari senyawa yang dianalisa. Berdasarkan hasil Analisa menggunakan kromatografi gas-spektrometer massa didapat masing-masing spektra massa komponen dan *total ionic chromatogram* (TIC) yang menggambarkan banyak kandungan senyawa tersebut dalam sampel yang diihat berdasarkan luas area, kemudian dilakukan perhitungan angka oktan melalui pendekatan hasil analisis spektrofotometer inframerah dan dilakukan analisa secara statistik untuk menentukan kemiripan variabel antar produk.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Komponen Penyusun Minyak Sereh Wangi menggunakan KG-SM

Minyak sereh wangi yang masih terkandung molekul air, ditambahkan dengan  $MgSO_4$  anhidrat untuk menghilangkan molekul air tersebut. Padatan  $MgSO_4$  dipisahkan dari fasa cair minyak sereh wangi tersebut dengan cara dekantasi. Kemudian dilakukan karakterisasi menggunakan kromatografi gas-spektrometer massa. Hasil karakterisasi menggunakan kromatografi gas-spektrometer massa diperoleh kromatogram seperti pada **Gambar 4.1**



**Gambar 4.1:** Kromatogram Minyak Sereh Wangi

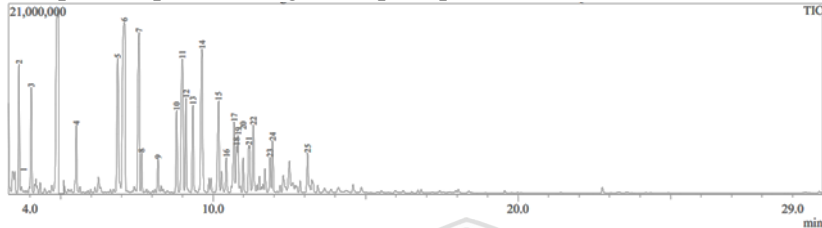
Berdasarkan kromatogram pada **Gambar 4.1**, terdapat 3 komponen dominan dengan perbedaan %area yang signifikan dibanding 12 komponen lainnya. Komponen dominan pada minyak sereh wangi yaitu sitronelal,  $\beta$ -sitronelol, dan geraniol memiliki %area >10%. Ketiga komponen tersebut ditunjukkan pada **Tabel 4.1**

**Tabel 4.1:** Tabulasi Komponen Minyak Sereh Wangi Hasil Karakterisasi KG-SM

No. Puncak	R. Time	% Area	m/z	SI	Senyawa
4	12,490	18,07	28,41,55,69,81,95,111,121,139,154	97	Sitronelal
6	13,705	12,51	28,41,55,69,81,109,123,138,156	98	$\beta$ -Sitronelol
7	14,157	44,32	27,41,53,69,70,93,111,123,136,140,154	97	Geraniol

## 4.2. Analisis Komponen Penyusun Bahan Bakar Minyak Pertamina menggunakan KG-SM

Bahan bakar minyak Pertamina dianalisis komponen penyusunnya menggunakan Kromatografi Gas-Spektrometer Massa. *Output* yang didapat berupa kromatogram seperti pada **Gambar 4.2**



**Gambar 4.2:** Kromatogram Bahan Bakar Minyak Pertamina

Berdasarkan kromatogram pada **Gambar 4.2**, terdapat 1 komponen dominan dengan %area >10%, 16,52% yaitu 1,3 dimetilbenzena. Berikut tabulasi komponen yang terkandung hasil analisis KG-SM pada **Tabel 4.2**

**Tabel 4.2:** Tabulasi Komponen Bahan Bakar Minyak Pertamina Hasil Karakterisasi KG-SM

No.	R. Time	% Area	m/z	SI	Senyawa
1	3,430	1,86%	27, 41, <b>43</b> , 69, 70, 84, 111, 140	93	1-Octene
2	3,638	4,27%	2, 27, 41, <b>43</b> , 57, 71, 85, 100	97	n-Heptane
3	4,038	3,64%	26, 27, 41, 55, 56, <b>83</b> , 84, 98	97	Methylcyclohexane
4	5,518	1,76%	14, 27, 41, <b>43</b> , 57, 71, 85, 98, 114	95	n-Octane
5	6,875	7,16%	37, 39, 51, 65, 77, <b>91</b> , 106	98	Ethylbenzene
6	7,085	16,52%	27, 39, 51, 65, 77, <b>91</b> , 106	98	1,3 dimethylbenzene
7	7,573	9,24%	27, 39, 51, 65, 77, <b>91</b> , 106	98	1,2 dimethylbenzene

Lanjutan....

No.	R. Time	% Area	m/z	SI	Senyawa
8	7,656	1,21%	27, 41, 43, 57, 71, 85, 99, 128	97	n-Nonane
9	8,196	1,13%	37, 39, 51, 63, 77, 91, 105, 120	97	Isopropylbenzene
10	8,805	3,30%	27, 39, 51, 65, 78, 91, 105, 120	97	n-propylbenzene
11	8,987	9,50%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 120	96	1-ethyl-3-methylbenzene
12	9,113	3,47%	27, 39, 51, 65, 77, 105, 120	97	1,2,4-trimethylbenzene
13	9,339	3,36%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 120	97	1-ethyl-3-methylbenzene
14	9,639	9,52%	27, 39, 51, 65, 77, 105, 120	98	1,2,4-trimethylbenzene
15	10,180	4,56%	27, 39, 51, 65, 77, 105, 120	97	1,2,4-trimethylbenzene
16	10,434	1,23%	27, 39, 51, 58, 77, 91, 103, 117	97	2,3-dihydroindene
17	10,693	2,99%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 119, 134	96	1-methyl-3-propylbenzene
18	10,767	2,22%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 115, 134	95	2-propyltoluene
19	10,820	1,61%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 119, 134	93	1-ethyl-3,5-dimethylbenzene
20	10,986	1,18%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 115, 134	96	2-propyltoluene
21	11,175	3,12%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 119, 134	98	1,4-dimethyl-2-ethylbenzene
22	11,321	2,38%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 119, 134	96	1,4-dimethyl-2-ethylbenzene
23	11,871	1,30%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 119, 134	96	1,2,3,4-tetramethylbenzene





Lanjutan....

No.	R. Time	% Area	m/z	SI	Senyawa
24	11,952	1,96%	27, 39, 51, 65, 77, 91, 105, 119, 134	97	1,2,3,4-tetramethylbenzene
25	13,099	1,53%	27, 39, 51, 64, 75, 87, 102, 113, 128	98	Naphthalene

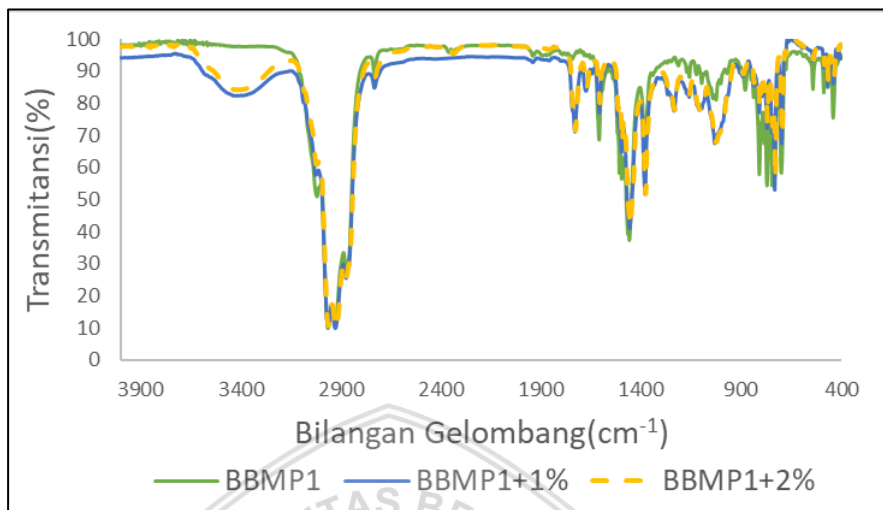
Karakterisasi premium, pertalite, dan pertamax turbo menggunakan kromatografi gas-spektrometer massa dihasilkan kromatogram yang terdapat banyak *noise* sehingga tidak dapat identifikasi komponen penyusun premium, pertalite, dan pertamax turbo. Hal tersebut dikarenakan sampel yang digunakan kurang pekat.

### 4.3 Hasil Formulasi Bahan Bakar Minyak dengan Minyak Sereh Wangi

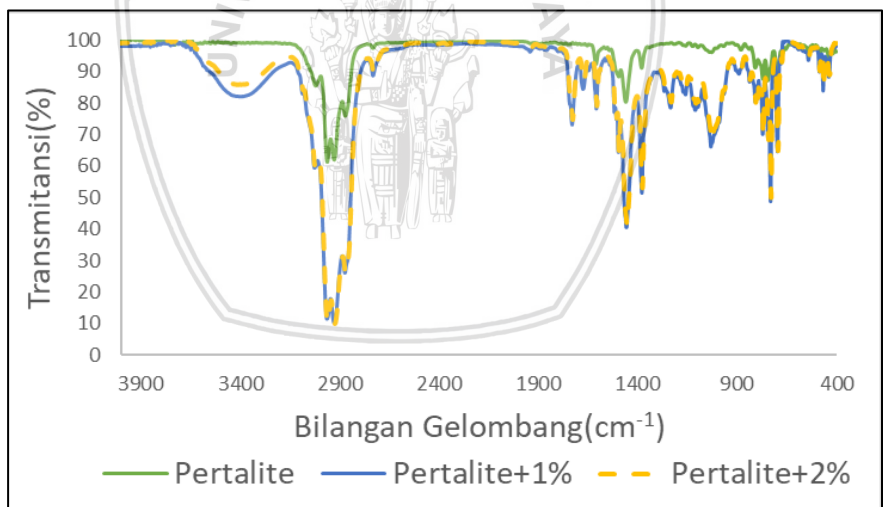
#### 4.3.1 Hasil Formulasi Bahan Bakar Minyak Pasaran dengan Minyak Sereh Wangi

Formulasi dilakukan dengan menambahkan minyak sereh wangi ke dalam masing-masing BBM pasaran (premium, pertalite, pertamax, dan pertamax turbo), yang dijual secara umum oleh Pertamina. Penambahan minyak sereh wangi dilakukan dengan variasi volume penambahan 1% dan 2%. Produk formulasi selanjutnya dilakukan karakterisasi menggunakan spektrofotometer inframerah. Hasil karakterisasi ditunjukkan pada **Gambar 4.3**, **Gambar 4.4**, **Gambar 4.5**, **Gambar 4.6**.

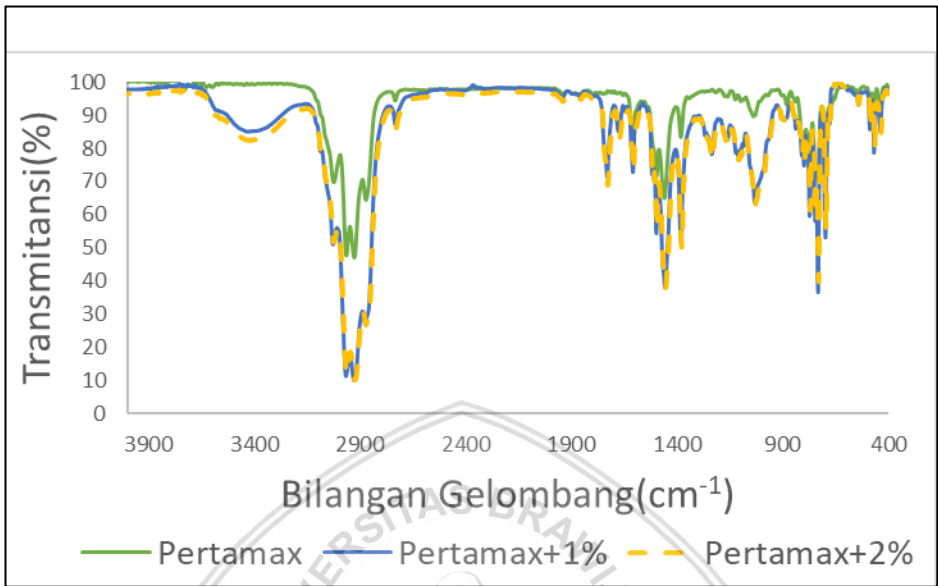
Spektra inframerah BBM pasaran tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, serapan yang muncul pada spektra terdapat pada daerah disekitar bilangan gelombang yang sama. Hal itu juga berlaku spektra inframerah setelah ditambahkan minyak sereh wangi 1% maupun 2%, perbedaan tersebut yaitu munculnya serapan pada bilangan gelombang  $1728,86 \text{ cm}^{-1}$  menandakan adanya serapan gugus C=O.



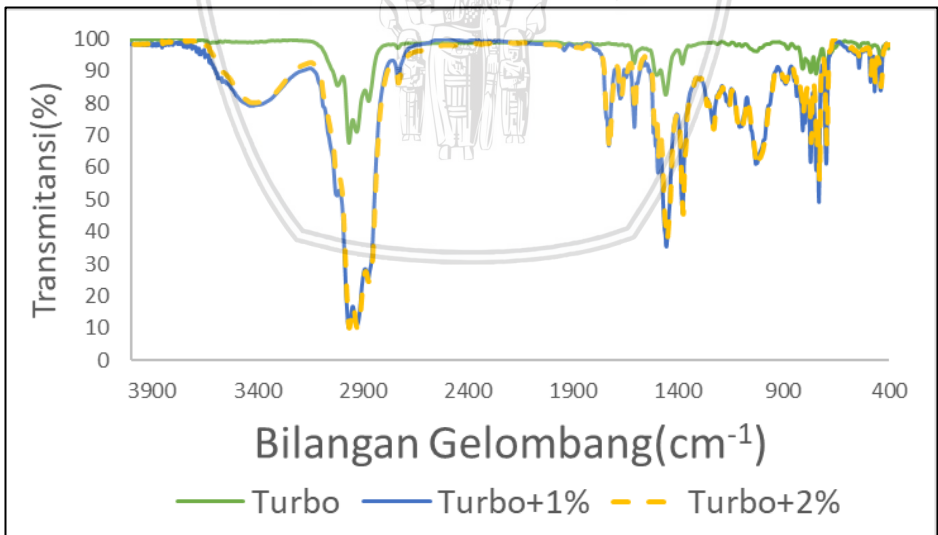
**Gambar 4.3:** Perbandingan Spektra Inframerah BBMP1, BBMP1+1%, dan BBMP1+2%



**Gambar 4.4:** Perbandingan Spektra Inframerah BBMP2, BBMP2+1%, dan BBMP2+2%



**Gambar 4.5:** Perbandingan Spektra Inframerah BBMP3, BBMP3+1%, dan BBMP3+2%



**Gambar 4.6:** Perbandingan Spektra Inframerah BBMP4, BBMP4+1%, dan BBMP4+2%

Spektra Inframerah untuk BBMP sebelum ditambahkan minyak serih wangi menunjukkan adanya vibrasi C-H ( $sp^3$ ) dengan intensitas serapan yang kuat dan berbentuk lancip disekitar bilangan gelombang 2970-2830  $cm^{-1}$  dan *bending* dari C-H ( $sp^3$ ) yang ditunjukkan adanya serapan disekitar bilangan gelombang 1470-1370  $cm^{-1}$ . Serapan ikatan C-H ( $sp^2$ ) dari ikatan rangkap (C=C) ditunjukkan dengan adanya serapan pada bilangan gelombang 1607,36  $cm^{-1}$  dan 1609,28  $cm^{-1}$  pada spektra inframerah pertalite, pertamax, dan pertamax turbo. Sedangkan *Bending* ikatan C-H ( $sp^2$ ) dari ikatan rangkap (C=C) ditunjukkan dengan adanya serapan disekitar bilangan gelombang 730-615  $cm^{-1}$ . Terdapat juga serapan pada bilangan gelombang 806,95  $cm^{-1}$  yang menandakan adanya ikatan dari C-H aromatik. Serapan lancip dengan intensitas sedang pada bilangan gelombang 1728,86  $cm^{-1}$  seperti yang ditunjukkan pada spektra inframerah BBMP1, BBMP2, BBMP3, dan BBMP4 dengan penambahan minyak serih wangi sebanyak 1% dan 2%, menunjukkan adanya gugus fungsi C=O, berbeda dengan BBM tanpa penambahan minyak serih wang. Serapan dengan intensitas sedang gugus karbonil (C=O) tidak terdapat pada BBM tanpa penambahan minyak serih wangi.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan spektrofotometer inframerah juga diperoleh nilai %T dari serapan gugus  $CH_3$ , gugus  $CH_2$ , dan gugus C-H aromatik yang merupakan nilai yang dibutuhkan untuk perhitungan angka oktan. Grafik perubahan %T dari masing-masing produk BBM pasaran ditunjukkan pada **Tabel 4.3**, **Tabel 4.4**, **Tabel 4.5**, **Tabel 4.6**

**Tabel 4.3:** Perubahan nilai %T dari Bahan Bakar Minyak Pasaran Premium

Bilangan Gelombang ( $cm^{-1}$ )	Gugus Fungsi	%T		
		TP	1%	2%
729	C-H $sp^2$	57,827	53,236	56,615
806	C-H aromatik	58,004	77,272	78,684
1456	C-H $sp^3$	37,482	41,156	41,823
1607	C-H $sp^2$	69,202	77,26	80,146
2926	C-H $sp^3$	11,854	10	10

**Tabel 4.4:** Perubahan nilai %T dari Bahan Bakar Minyak Pasaran Pertalite

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi	%T		
		TP	1%	2%
729	C-H sp <sup>2</sup>	91,39	48,812	50,018
806	C-H aromatik	91,116	80,369	80,135
1456	C-H sp <sup>3</sup>	80,204	40,443	41,412
1607	C-H sp <sup>2</sup>	92,289	78,239	80,692
2926	C-H sp <sup>3</sup>	61,783	10	10

**Tabel 4.5:** Perubahan nilai %T dari Bahan Bakar Minyak Pasaran Pertamina

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi	%T		
		TP	1%	2%
729	C-H sp <sup>2</sup>	70,418	36,794	39,766
806	C-H aromatik	84,144	77,949	78,252
1456	C-H sp <sup>3</sup>	65,056	38,108	37,84
1607	C-H sp <sup>2</sup>	81,584	72,929	75,296
2926	C-H sp <sup>3</sup>	47,222	10	10

**Tabel 4.6:** Perubahan nilai %T dari Bahan Bakar Minyak Pasaran Pertamina Turbo

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi	%T		
		TP	1%	2%
729	C-H sp <sup>2</sup>	89,068	49,31	56,025
806	C-H aromatik	90,585	71,465	75,798
1456	C-H sp <sup>3</sup>	82,564	35,321	37,012
1607	C-H sp <sup>2</sup>	92,241	72,555	76,881
2926	C-H sp <sup>3</sup>	71,137	10,743	10



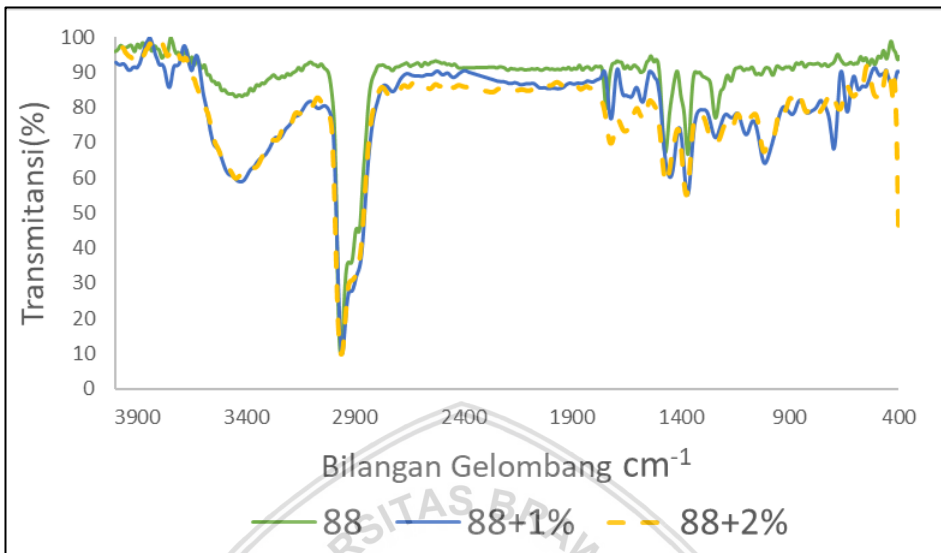
Penambahan minyak sereh wangi yang terkandung senyawa-senyawa yang mengandung gugus  $\text{CH}_3$  dan gugus  $\text{CH}_2$  seperti sitronelal, geraniol, dan sitronelol berpengaruh terhadap perubahan nilai %T dari serapan pada daerah bilangan gelombang gugus  $\text{CH}_3$  dan gugus  $\text{CH}_2$ .

### 4.3.2 Hasil Formulasi Bahan Bakar Minyak Standar dengan Minyak Sereh Wangi

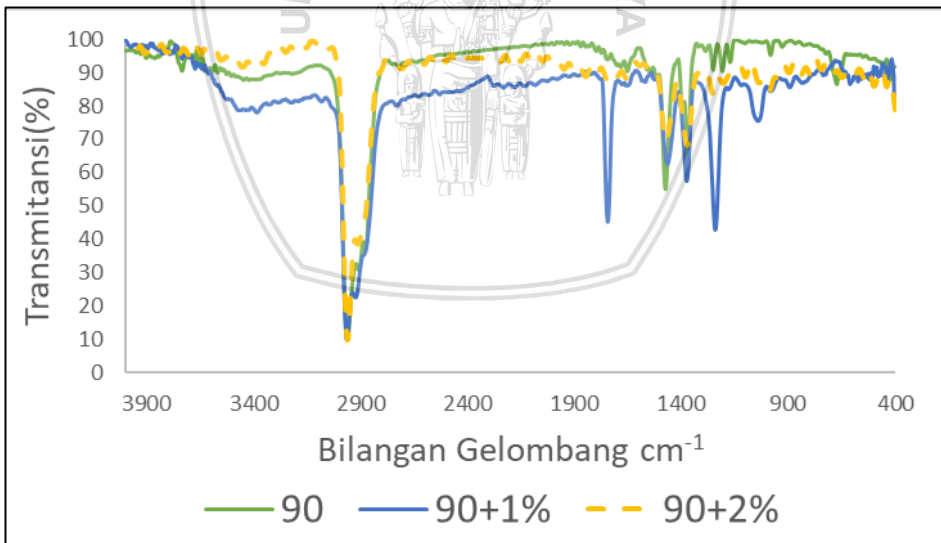
Formulasi dilakukan dengan menambahkan minyak sereh wangi ke dalam masing-masing BBM standar (BBMS1, BBMS2, BBMS3, BBMS4), yang dibuat dari campuran isooktana dan n-heptana dengan perbandingan volume tertentu. Penambahan minyak sereh wangi dilakukan dengan variasi volume penambahan 1% dan 2%. Produk formulasi selanjutnya dilakukan karakterisasi menggunakan spektrofotometer inframerah.

Spektra inframerah dari BBMS1, BBMS2, BBMS3, dan BBMS4 dibandingkan dengan masing-masing spektra inframerah dari BBM standar dengan penambahan minyak sereh wangi sebanyak 1% dan 2%. Spektra hasil Analisa dengan spektrofotometer inframerah tersebut ditunjukkan oleh **Gambar 4.7**, **Gambar 4.8**, **Gambar 4.9**, **Gambar 4.10**

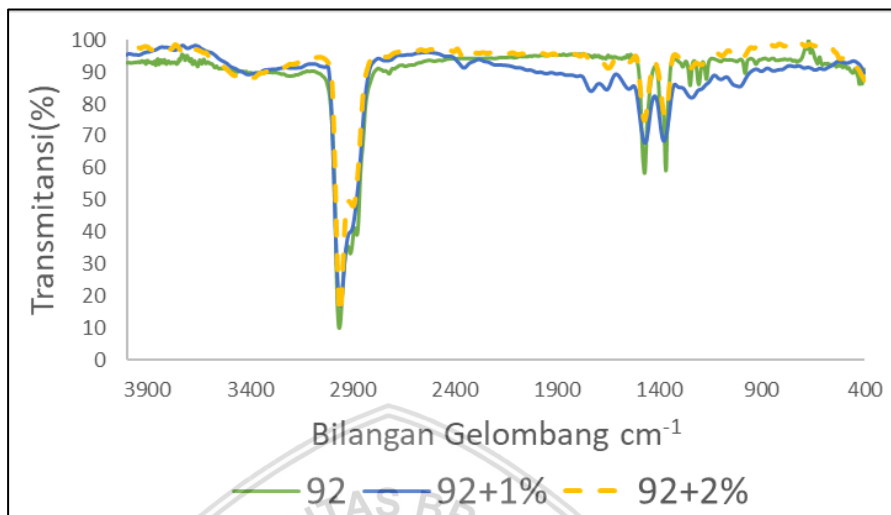




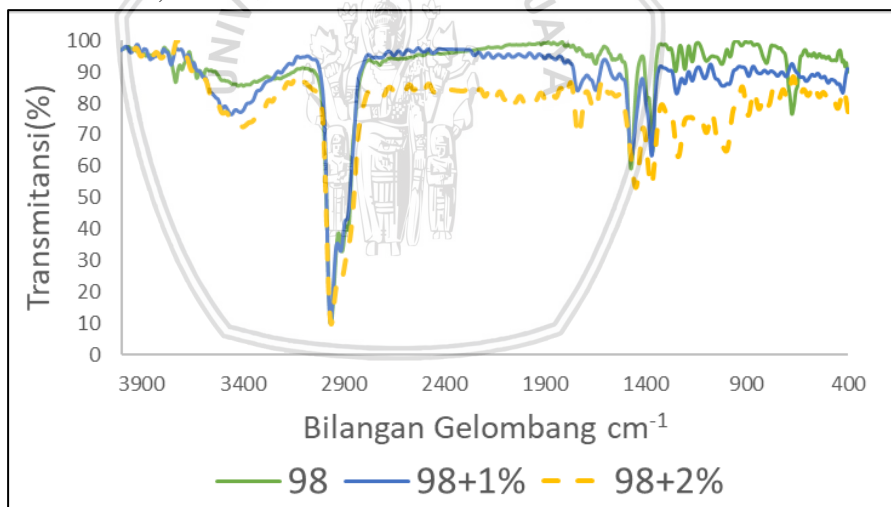
**Gambar 4.7:** Perbandingan Spektra Inframerah BBMS1, BBMS1+1%, BBMS1+2%



**Gambar 4.8:** Perbandingan Spektra Inframerah BBMS2, BBMS2+1%, BBMS2+2%



**Gambar 4.9:** Perbandingan Spektra Inframerah BBMS3, BBMS3+1%, BBMS3+2%



**Gambar 4.10:** Perbandingan Spektra Inframerah BBMS4, BBMS4+1%, BBMS4+2%

Spektra inframerah untuk BBM standar sebelum ditambahkan minyak sereh wangi menunjukkan adanya vibrasi C-H ( $sp^3$ ) dengan

intensitas serapan yang kuat dan berbentuk lancip disekitar bilangan gelombang 2970-2830  $\text{cm}^{-1}$  dan *bending* dari C-H ( $\text{sp}^3$ ) yang ditunjukkan adanya serapan disekitar bilangan gelombang 1470-1370  $\text{cm}^{-1}$ . Spektra inframerah dari BBM standar tidak semua muncul serapan disekitar bilangan gelombang gugus karbonil (C=O) yaitu 1700  $\text{cm}^{-1}$ , namun hanya muncul pada spektra inframerah dari BBMS2 dengan penambahan minyak sereh wangi sebanyak 1% seperti ditunjukkan pada **Gambar 4.8**

Berdasarkan hasil analisis menggunakan spektrofotometer inframerah diperoleh nilai %T dari serapan gugus  $\text{CH}_3$ , gugus  $\text{CH}_2$ , dan gugus C-H aromatik yang merupakan nilai yang dibutuhkan untuk perhitungan angka oktan. Grafik perubahan %T dari masing-masing produk BBM standar ditunjukkan pada **Tabel 4.7**, **Tabel 4.8**, **Tabel 4.9**, **Tabel 4.10**

**Tabel 4.7:** Perubahan nilai %T dari Bahan Bakar Minyak Standar 1 (BBMS1)

Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus Fungsi	%T		
		TP	1%	2%
729	C-H $\text{sp}^2$	91,909	78,582	82,299
799	C-H aromatik	92,517	79,249	80,655
1454	C-H $\text{sp}^3$	67,729	60,239	58,557
1609	C-H $\text{sp}^2$	91,959	85,828	79,372
2920	C-H $\text{sp}^3$	35,746	27,745	30,502

**Tabel 4.8:** Perubahan nilai %T dari Bahan Bakar Minyak Standar 2 (BBMS2)

Bilangan Gelombang (cm-1)	Gugus Fungsi	%T		
		TP	1%	2%
729	C-H sp <sup>2</sup>	96,646	89,526	92,545
799	C-H aromatik	98,722	88,656	89,433
1454	C-H sp <sup>3</sup>	55,096	62,617	69,408
1609	C-H sp <sup>2</sup>	96,949	90,626	92,742
2920	C-H sp <sup>3</sup>	30,859	22,553	38,665

**Tabel 4.9:** Perubahan nilai %T dari Bahan Bakar Minyak Standar 3 (BBMS3)

Bilangan Gelombang (cm-1)	Gugus Fungsi	%T		
		TP	1%	2%
729	C-H sp <sup>2</sup>	93,307	91,783	98,942
799	C-H aromatik	93,946	90,79	93,355
1454	C-H sp <sup>3</sup>	58,479	67,778	74,955
1609	C-H sp <sup>2</sup>	94,653	89,313 1	94,334
2920	C-H sp <sup>3</sup>	33,315	38,454	49,56

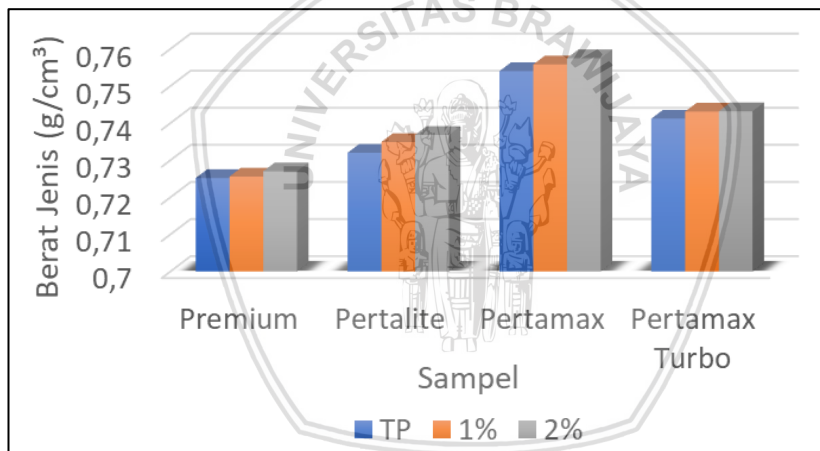
**Tabel 4.10:** Perubahan nilai %T dari Bahan Bakar Minyak Standar 4 (BBMS4)

Bilangan Gelombang (cm-1)	Gugus Fungsi	%T		
		TP	1%	2%
729	C-H sp <sup>2</sup>	97,626	89,7	83,495
799	C-H aromatik	92,97	89,666	79,571
1454	C-H sp <sup>3</sup>	59,287	63,488	53,314
1609	C-H sp <sup>2</sup>	98,146	93,621	86,873
2920	C-H sp <sup>3</sup>	32,918	32,932	22,903

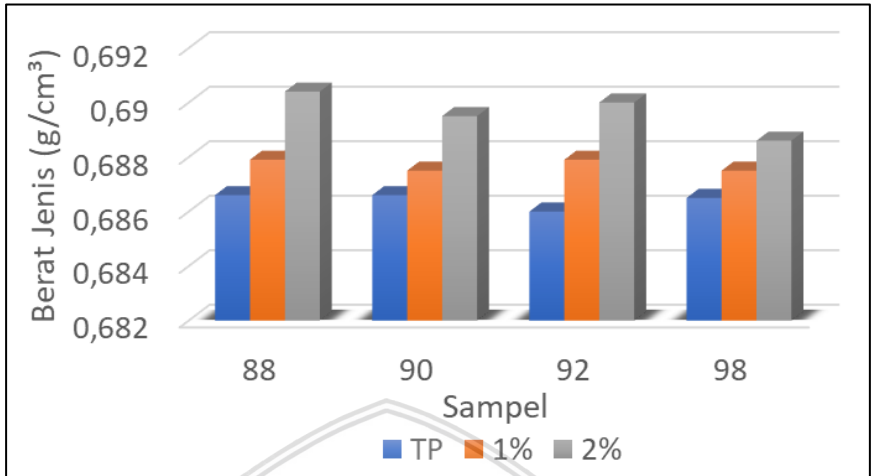
## 4.4 Analisis Karakteristik Bahan Bakar Minyak

### 4.4.1 Analisis Karakteristik Berat Jenis Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar

Pengukuran berat jenis dilakukan pada suhu konstan 20°C, agar berat jenis yang diukur tepat dan tidak dipengaruhi oleh suhu. Suhu dapat mempengaruhi pengukuran berat jenis, apabila suhu berubah-ubah maka nilai berat jenis yang didapat bukan nilai berat jenis yang sebenarnya. Apabila pengukuran berat jenis dilakukan pada suhu tinggi maka dimungkinkan akan terjadi penguapan, begitupun sebaliknya jika terlalu dingin maka dimungkinkan akan terjadi penyusutan. Berat jenis BBMP tanpa penambahan minyak serih wangi dan dengan penambahn minyak serih wangi sebanyak 1% dan 2% ditunjukkan pada **Gambar 4.11** dan **Gambar 4.12**



**Gambar 4.11:** Grafik Perubahan Berat Jenis BBMP pada Variasi Penambahan Minyak Serih Wangi



**Gambar 4.12:** Grafik Perubahan Berat Jenis BBMS pada Variasi Penambahan Minyak Sereh Wangi

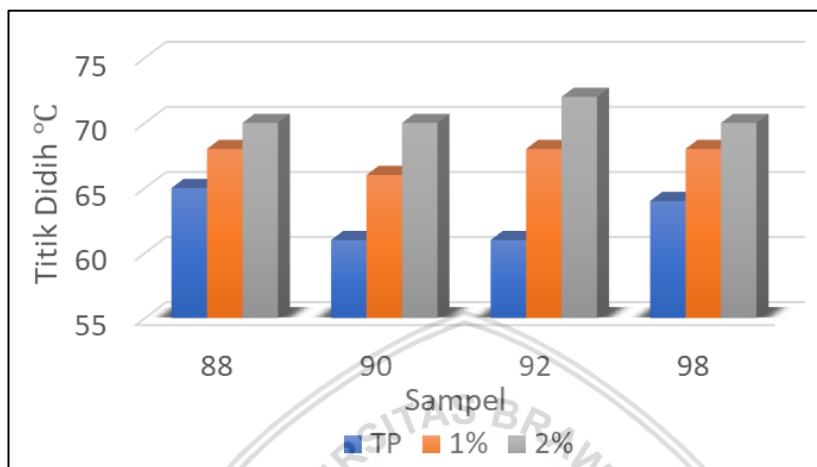
Penambahan minyak sereh wangi ke dalam BBM pasaran maupun BBM standar, mempengaruhi bertambahnya berat jenis BBM. Komponen penyusun minyak sereh wangi yang berdasarkan pada hasil karakterisasi dengan KG-SM terdiri dari 15 senyawa, berkontribusi mempengaruhi bertambahnya kandungan senyawa pada masing-masing sampel sehingga berat jenis pada BBM juga bertambah menjadi lebih besar nilainya.

#### 4.4.2 Analisis Karakteristik Titik Didih Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar

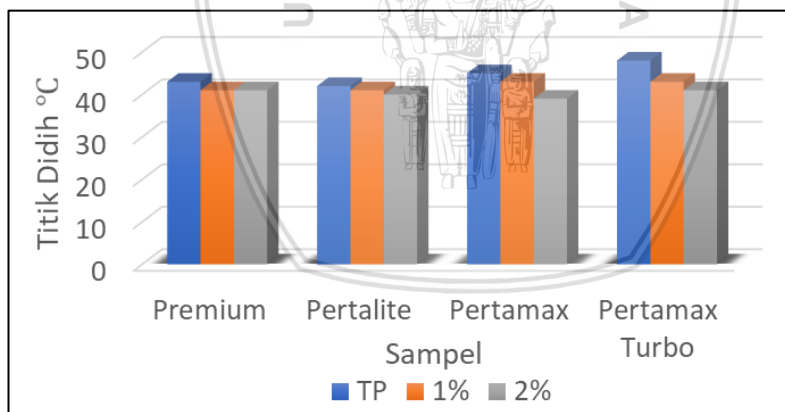
Pengukuran titik didih dilakukan dengan cara distilasi pada tekanan atmosfer. Pemanas yang digunakan yaitu *waterbath* dengan *temperature control* yang berisi air agar suhu pemanas dapat terkontrol secara konstan. BBM yang bersifat mudah menguap akan memiliki titik didih yang cenderung rendah juga. Berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh Pertamina [36], titik didih BBM premium dan pertalite untuk 10% volume penguapan yaitu maksimal 74°C, sedangkan pertamax yaitu 70°C. Titik didih BBM tanpa penambahan minyak sereh wangi dan dengan penambahan minyak



sereh wangi sebanyak 1% dan 2% ditunjukkan pada **Gambar 4.13** dan **Gambar 4.14**



**Gambar 4.13:** Grafik Perubahan Titik Didih BBMS pada Variasi Penambahan Minyak Sereh Wangi



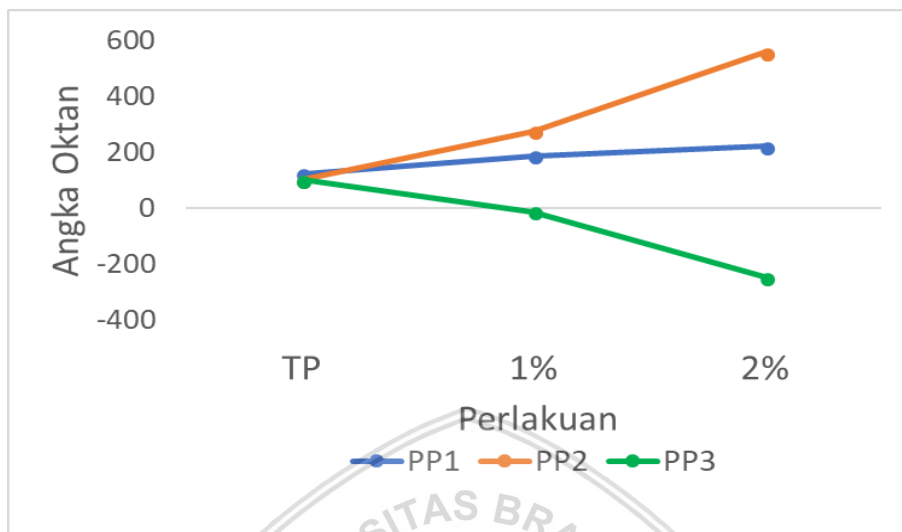
**Gambar 4.14:** Grafik Perubahan Titik Didih BBMP pada Variasi Penambahan Minyak Sereh Wangi

**Gambar 4.13** menunjukkan bahwa titik didih masing-masing sampel BBM Standar mengalami peningkatan ketika ditambahkan minyak sereh wangi sebanyak 1% maupun 2%. Titik didih BBM

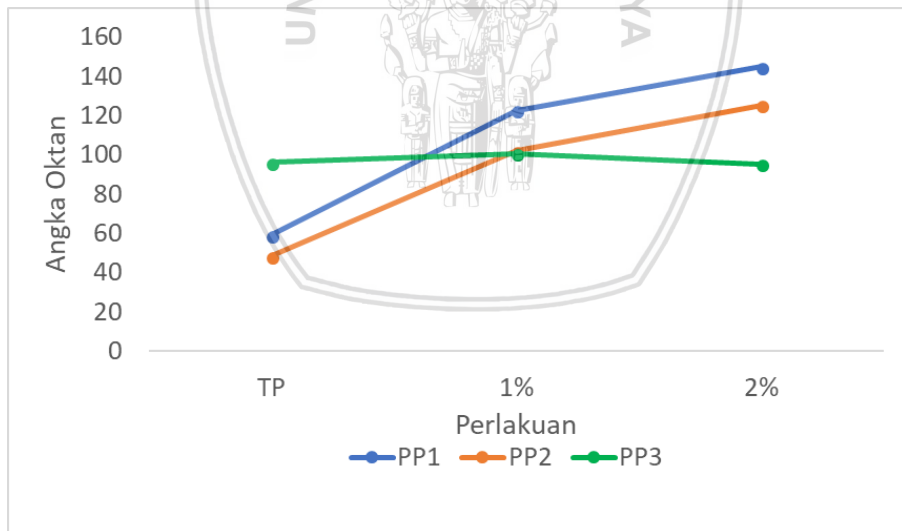
Standar dengan penambahan minyak serih wangi mengalami peningkatan, namun tetap berada pada kisaran titik didih sesuai spesifikasi yang dimiliki oleh Pertamina. Begitupun dengan titik didih BBM pasaran, titik didih BBM pasaran dengan penambahan minyak serih wangi tetap pada kisaran sesuai spesifikasi Pertamina. Namun sebaliknya, **Gambar 4.14** menunjukkan bahwa titik didih BBM pasaran dengan penambahan minyak serih wangi sebanyak 1% dan 2% masing-masing sampel, mengalami penurunan.

#### **4.4.3 Analisis Karakteristik Angka Oktan Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar**

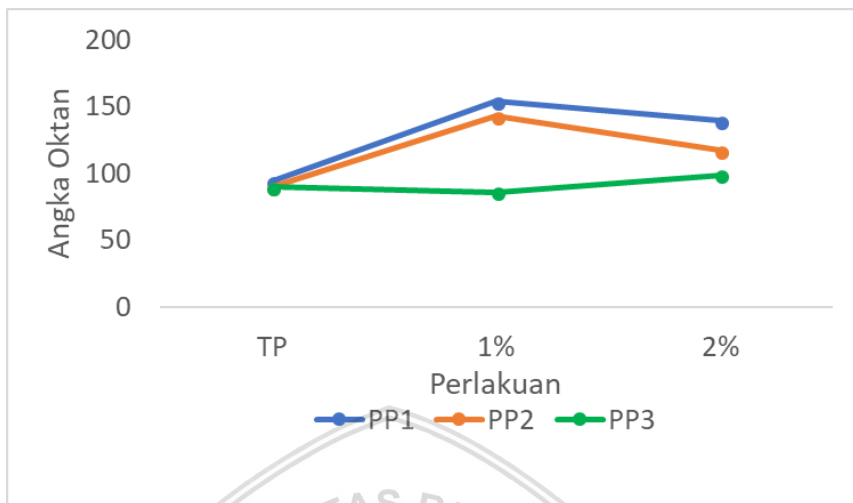
Angka oktan merupakan salah satu acuan yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu BBM bensin, pengukuran angka oktan dapat dilakukan dengan menggunakan suatu mesin. Namun menurut Ashafa [39], penentuan angka oktan dapat dihitung melalui pendekatan dengan instrumen spektrofotometer inframerah. Penentuan angka oktan digunakan rumus perhitungan seperti pada persamaan **2.1**, **2.2**, **2.3**, dan **2.4**, dimana angka yang dibutuhkan untuk perhitungan rumus tersebut didapat berdasarkan nilai absorbansi pada bilangan gelombang tertentu berdasarkan hasil spektra inframerah. Absorbansi dari serapan C-H ( $sp^3$ ), *bending* C-H ( $sp^3$ ), *stretching* C-H ( $sp^2$ ), *bending* C-H ( $sp^2$ ), dan *bending* C-H aromatik. Kelima serapan tersebut digunakan karena merupakan gugus senyawa penyusun BBM yang merupakan rantai hidrokarbon. Grafik perubahan nilai angka oktan dari BBM standar (BBMS1, BBMS2, BBMS3, BBMS4) ditunjukkan pada **Gambar 4.15**, **Gambar 4.16**, **Gambar 4.17**, **Gambar 4.18**



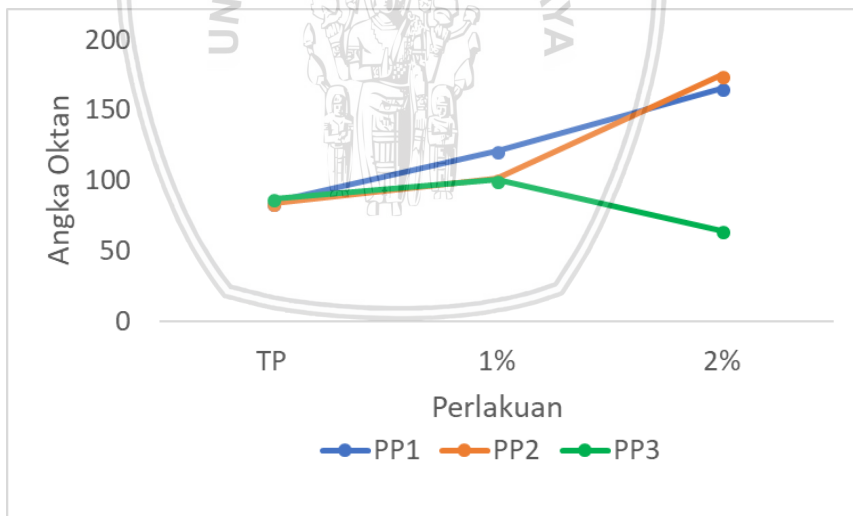
**Gambar 4.15:** Grafik Perubahan Angka Oktan BBMS1 dengan Variasi Penambahan Minyak Sereh Wangi menggunakan Tiga Persamaan



**Gambar 4.16:** Grafik Perubahan Angka Oktan BBMS2 dengan Variasi Penambahan Minyak Sereh Wangi menggunakan Tiga Persamaan



**Gambar 4.17:** Grafik Perubahan Angka Oktan BBMS3 dengan Variasi Penambahan Minyak Serih Wangi menggunakan Tiga Persamaan



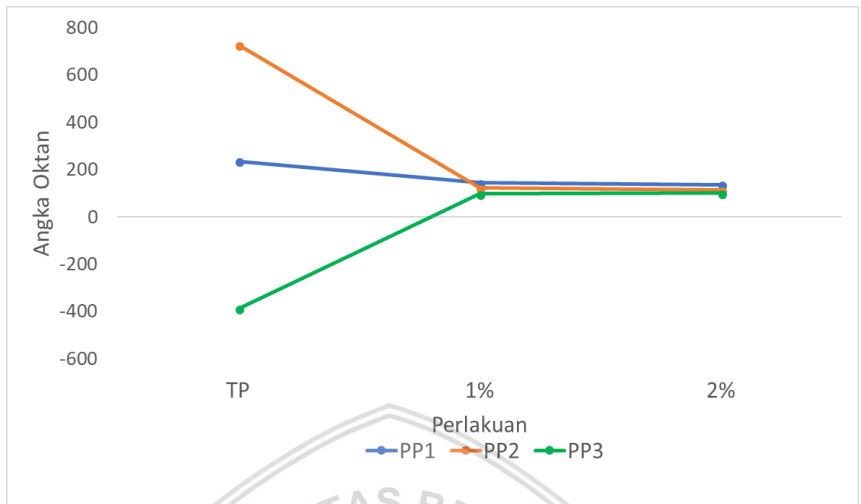
**Gambar 4.18:** Grafik Perubahan Angka Oktan BBMS4 dengan Variasi Penambahan Minyak Serih Wangi menggunakan Tiga Persamaan

**Gambar 4.15** menunjukkan bahwa angka oktan BBMS1 berdasarkan perhitungan persamaan satu dan dua, cenderung mengalami peningkatan setelah ditambahkan minyak serih wangi sebanyak 1% maupun 2%. Namun sebaliknya, dengan persamaan tiga, angka oktan dari BBMS1 cenderung menurun. Sama halnya dengan angka oktan BBMS2, pada **Gambar 4.16** ditunjukkan bahwa dengan persamaan satu dan dua cenderung meningkat. Tetapi angka oktan BBMS2 berdasarkan persamaan tiga mengalami peningkatan dengan penambahan minyak serih wangi sebanyak 1%, lalu mengalami penurunan angka oktan pada sampel dengan penambahan minyak serih wangi sebanyak 2%.

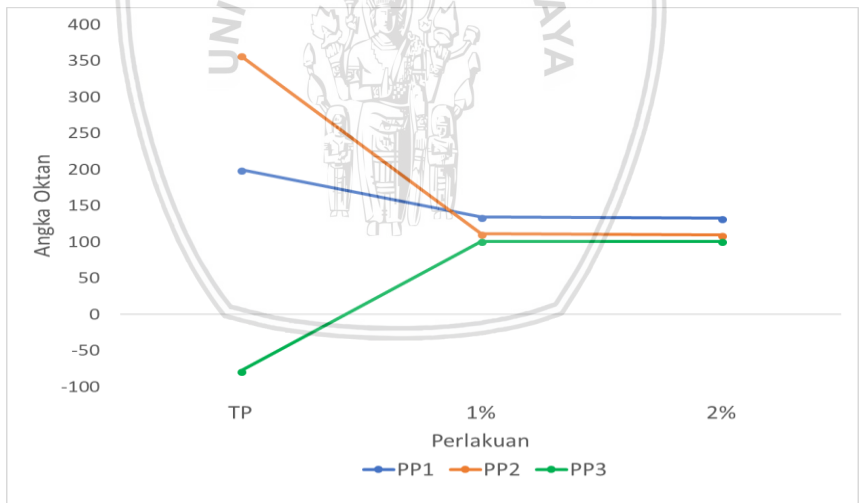
Angka oktan dari BBMS3 berdasarkan perhitungan persamaan satu, dua, dan tiga terdapat perbedaan tren perubahan, ditunjukkan pada **Gambar 4.17**, angka oktan BBMS3+1% berdasarkan persamaan satu dan dua mengalami peningkatan angka oktan, namun menurun pada sampel BBMS3 dengan penambahan minyak serih wangi sebanyak 2%. Pada persamaan tiga menunjukkan hasil berbeda, pada penambahan minyak serih wangi sebanyak 1% justru mengalami penurunan namun meningkat pada penambahan sebanyak 2%.

Pada **Gambar 4.18** menunjukkan bahwa angka oktan dari BBMS4 dengan penambahan minyak serih wangi sebanyak 1% mengalami peningkatan berdasarkan persamaan satu dan dua. Sedangkan persamaan tiga, ditunjukkan bahwa mengalami peningkatan dengan penambahan minyak serih wangi sebanyak 1%, kemudian menurun pada penambahan sebanyak 2%.

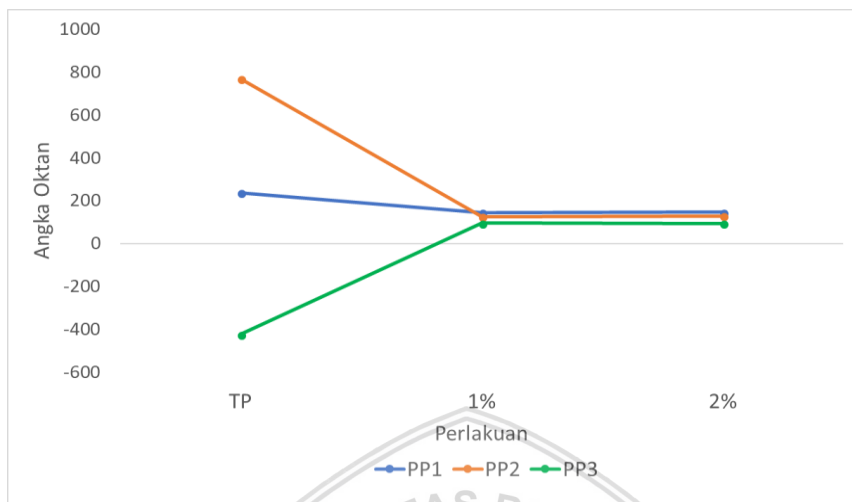
Perubahan angka oktan dengan variasi penambahan minyak serih wangi sebanyak 1% dan 2% dari sampel BBMS1, BBMS2, BBMS3, BBMS4 berbeda dengan perubahan angka oktan yang ditunjukkan oleh sampel BBMP1, BBMP2, BBMP3, dan BBMP4. Grafik perubahan angka oktan dari BBM pasaran ditunjukkan pada **Gambar 4.19**, **Gambar 4.20**, **Gambar 4.21**, **Gambar 4.22**



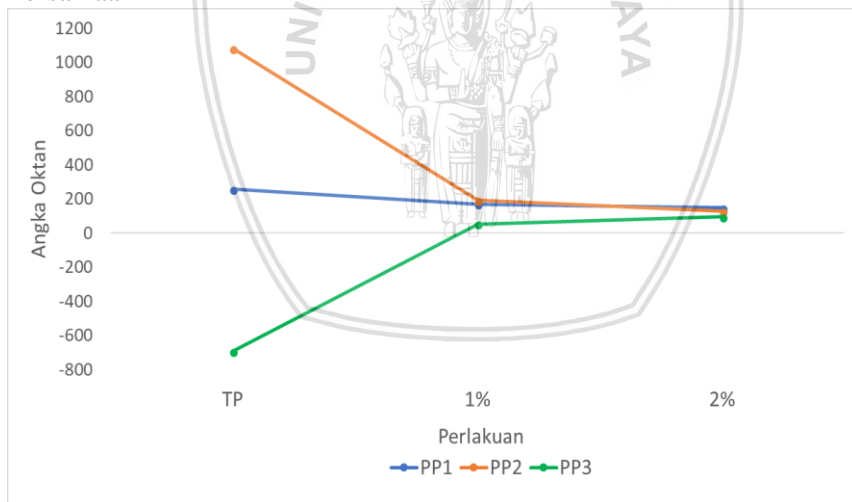
**Gambar 4.19:** Grafik Perubahan Angka Oktan BBMP1 dengan Variasi Penambahan Minyak Sereh Wangi menggunakan Tiga Persamaan



**Gambar 4.20:** Grafik Perubahan Angka Oktan BBMP2 dengan Variasi Penambahan Minyak Sereh Wangi menggunakan Tiga Persamaan



**Gambar 4.21:** Grafik Perubahan Angka Oktan BBMP3 dengan Variasi Penambahan Minyak Sereh Wangi menggunakan Tiga Persamaan



**Gambar 4.22:** Grafik Perubahan Angka Oktan BBMP4 dengan Variasi Penambahan Minyak Sereh Wangi menggunakan Tiga Persamaan

Perubahan angka oktan BBMP1, BBMP2, dan BBMP4 berdasarkan persamaan satu, dua, dan tiga menunjukkan kemiripan data, hanya saja tidak berlaku pada BBMP3. **Gambar 4.19**, **Gambar 4.20**, **Gambar 4.22** menunjukkan bahwa berdasarkan persamaan satu dan dua angka oktan BBMP1, BBMP2, dan BBMP4 menurun. Namun berdasarkan persamaan tiga, angka oktan dari BBMP1, BBMP2, dan BBMP4 meningkat. Produk BBMP3 menunjukkan hasil data yang berbeda, **Gambar 4.21** menunjukkan bahwa berdasarkan persamaan tiga, angka oktan BBMP3 mengalami peningkatan namun juga mengalami penurunan.

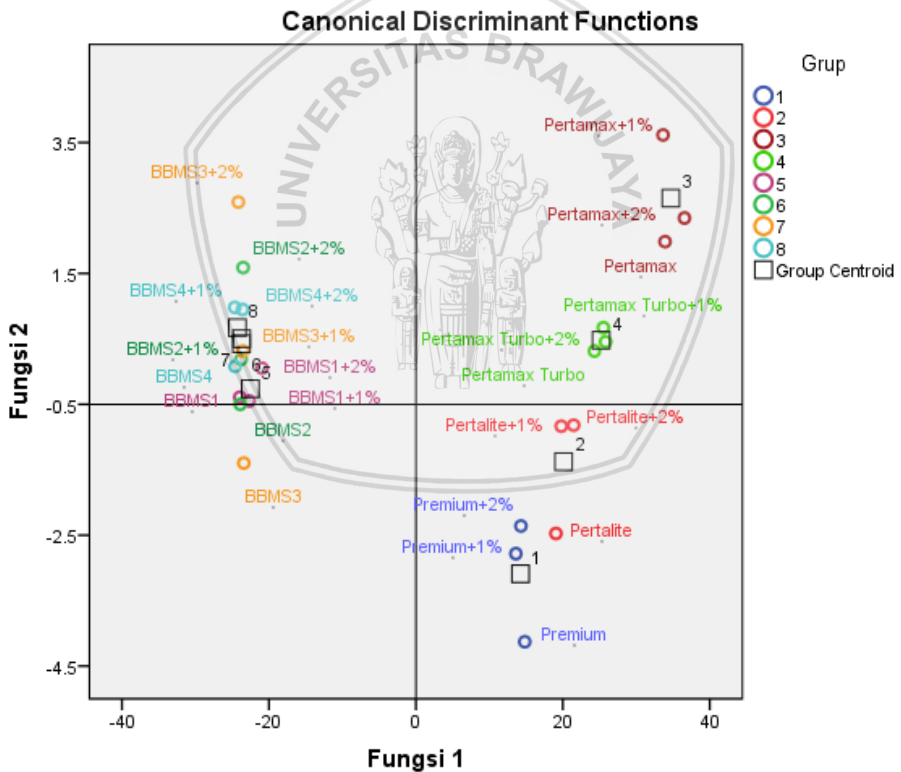
Angka oktan dari BBM pasaran dan BBM standar, berdasarkan persamaan tiga menunjukkan tren positif, karena mayoritas produk menunjukkan peningkatan angka oktan. Namun sebaliknya, berdasarkan persamaan satu dan dua cenderung mengalami penurunan angka oktan.

Pada **Lampiran B.1** juga menunjukkan bahwa hasil perhitungan persamaan tiga, menghasilkan nilai angka oktan yang lebih mendekati dengan angka oktan sampel yang sebenarnya. Menurut perdid [40], meningkat dan menurunnya angka oktan, hal ini disebabkan karena kontribusi dari gugus  $\text{CH}_3$  dan gugus  $\text{CH}_2$  yang terkandung pada komponen penyusun dari BBM pasaran yang lebih kompleks dibandingkan BBM standar, juga komponen penyusun dari minyak serih wangi. Tiga komponen dominan pada minyak serih wangi yaitu sitronelal, geraniol, dan sitronelol terkandung gugus  $\text{CH}_3$ . **Gambar 2.1** menunjukkan bahwa pada sitronelal, geraniol, dan sitronelol sama-sama terkandung tiga gugus  $\text{CH}_3$  yang berkontribusi pada peningkatan angka oktan. Sehingga serapan yang muncul pada spektra inframerah pada daerah sekitar bilangan gelombang yang digunakan dalam perhitungan juga akan berbeda, karena dimungkinkan adanya kontribusi dari komponen penyusun minyak serih wangi tersebut.



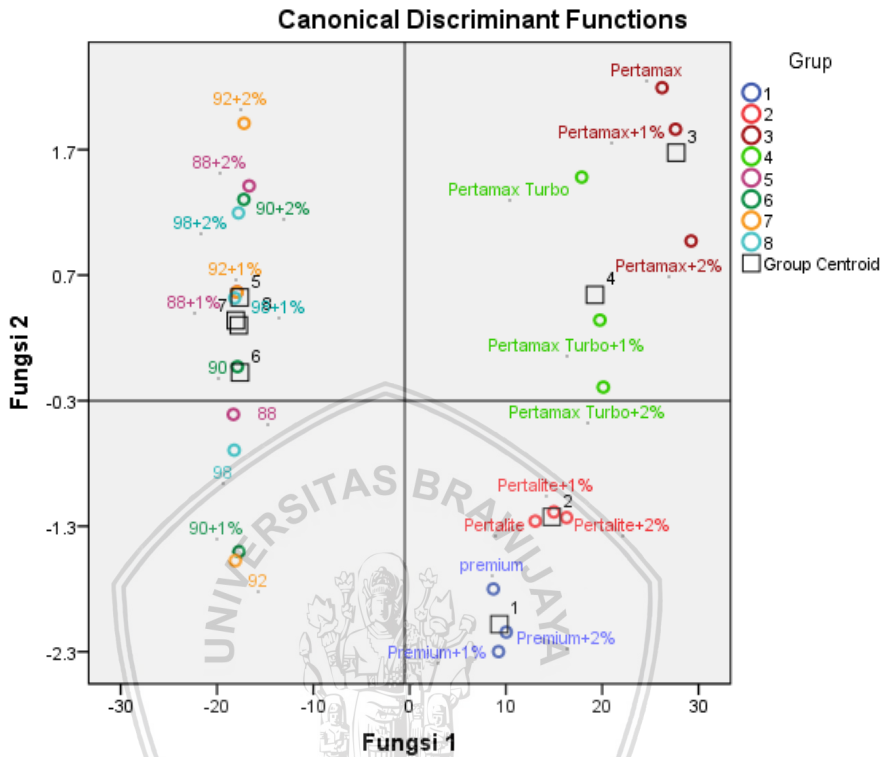
### 4.5 Prediksi Kedekatan Karakteristik Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Bahan Bakar Minyak Standar melalui Analisis Diskriminan

Prediksi hubungan kemiripan karakteristik antar BBM pasaran maupun BBM standar menggunakan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Luaran analisis yang disajikan berupa grafik kanonikal 2 dimensi, dimana masing-masing senyawa diposisikan sesuai klasifikasi kelompok data. Sehingga dapat diasumsikan bahwa semakin dekat letak posisi senyawa dengan posisi pusat kelompok tersebut maka senyawa tersebut memiliki karakteristik BBM yang mirip. Berikut merupakan hasil LDA untuk BBM pasaran dan BBM standar:

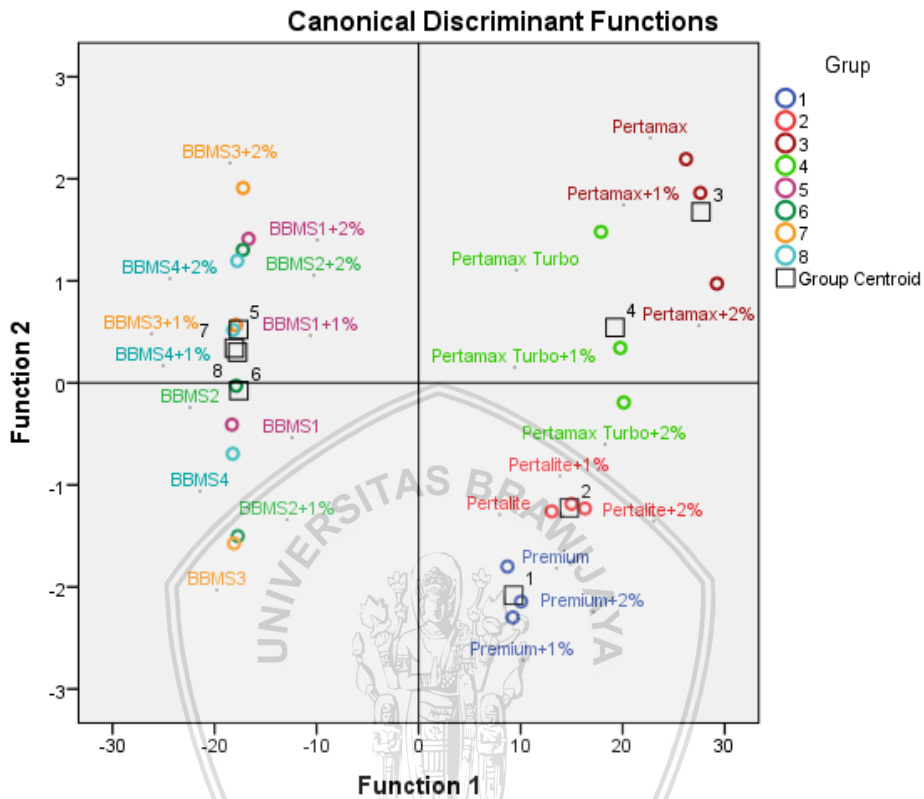


**Gambar 4.23:** Diagram Kanonikal LDA Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Standar menggunakan Persamaan Satu





**Gambar 4.24:** Diagram Kanonikal LDA Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Standar menggunakan Persamaan Dua



**Gambar 4.25:** Diagram Kanonikal LDA Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Standar menggunakan Persamaan Tiga

**Tabel 4.11:** Tabulasi Pengelompokan Bahan Bakar Minyak Pasaran dan Standar berdasarkan *Linear Discriminant Analysis*

No.	Jenis BBM	Kelompok		
		Persamaan 1	Persamaan 2	Persamaan 3
1	BBMP1	1	1	1
2	BBMP1+1%	1	1	1
3	BBMP1+2%	1	1	1
4	BBMP2	2	2	2
5	BBMP2+1%	2	2	2
6	BBMP2+2%	2	2	2
7	BBMP3	3	3	3
8	BBMP3+1%	3	3	3
9	BBMP3+2%	3	3	3
10	BBMP4	4	4	4
11	BBMP4+1%	4	4	4
12	BBMP4+2%	4	4	4
13	BBMS1	6	6	6
14	BBMS1+1%	5	8	8
15	BBMS1+2%	5	5	5
16	BBMS2	6	6	6
17	BBMS2+1%	7	6	6
18	BBMS2+2%	7	5	5
19	BBMS3	6	6	6
20	BBMS3+1%	7	8	8
21	BBMS3+2%	8	5	5
22	BBMS4	6	6	6
23	BBMS4+1%	8	8	8
24	BBMS4+2%	7	5	5

Berdasarkan hasil analisis menggunakan SPSS *statistic*, masing-masing dilakukan pengelompokan melalui *Linear Discriminant Analysis* berdasarkan kemiripan data karakteristik (berat jenis, titik didih, angka oktan (persamaan satu, dua, dan tiga) menjadi 8 kelompok. Banyaknya kelompok disesuaikan dengan jenis BBM yang digunakan. **Tabel 4.11** menunjukkan bahwa berdasarkan persamaan satu, dua, dan tiga, kelompok 1 hingga kelompok 4 berturut-turut

terdiri dari produk BBM pasaran (BBMP) yaitu BBMP1, BBMP2, BBMP3, BBMP4 tanpa penambahan maupun dengan penambahan minyak serih wangi. Sedangkan kelompok 6 hingga kelompok 8 terdiri dari BBM standar (BBMS). Berdasarkan persamaan satu, dua, dan tiga, pengelompokan kelompok 6 hingga 8 cenderung terdiri dari sampel BBMS yang memiliki kesamaan dalam penambahan volume minyak serih wangi. Diagram kanonikal pada **Gambar 4.23**, **Gambar 4.24**, **Gambar 4.25** menunjukkan bahwa letak antar anggota masing-masing kelompok pada diagram kanonikal saling berdekatan satu sama lain juga dengan *Group Centroid*-nya.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Karakteristik berat jenis dari BBM pasaran premium, pertalite, pertamax, dan pertamax turbo dengan penambahan minyak serih wangi sebanyak 1% maupun 2% mengalami peningkatan dibandingkan tanpa penambahan minyak serih wangi. Begitu juga dengan BBM standar (BBMS1, BBMS2, BBMS3, BBMS4) mengalami peningkatan berat jenis ketika ditambahkan minyak serih wangi.
2. Karakteristik titik didih dari BBM pasaran premium, pertalite, pertamax, dan pertamax turbo dengan penambahan minyak serih wangi sebanyak 1% maupun 2% mengalami penurunan dibandingkan tanpa penambahan minyak serih wangi. Namun sebaliknya, BBM standar (BBMS1, BBMS2, BBMS3, BBMS4) mengalami peningkatan titik didih ketika ditambahkan minyak serih wangi.
3. Angka oktan dari BBM standar (BBMS1, BBMS2, BBMS3, BBMS4) berdasarkan perhitungan persamaan satu dan dua cenderung meningkat, berdasarkan persamaan tiga cenderung menurun. Sedangkan BBM pasaran premium, pertalite, pertamax, dan pertamax turbo berdasarkan perhitungan persamaan satu dan dua cenderung menurun, namun berdasarkan persamaan tiga cenderung meningkat.

### 5.2 Saran

Diperlukan pengukuran angka oktan menggunakan mesin sesuai standar ASTM D2699.



**DAFTAR PUSTAKA**

1. Kadarohman, A. (2015). EKSPLORASI MINYAK ATSIRI SEBAGAI BIOADITIF BAHAN BAKAR SOLAR. *Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 14(2), 121.
2. Endyani, I. D., & Putra, T. D. (2011). PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF PADA BAHAN BAKAR TERHADAP EMISI GAS BUANG MESIN SEPEDA MOTOR, 3(1), 6.
3. Chauhan, B. S., Singh, R. K., Cho, H. M., & Lim, H. C. (2016). Practice of diesel fuel blends using alternative fuels: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1358–1368. doi:10.1016/j.rser.2016.01.062
4. Kuncahyo, P., Fathallah, A. Z. M., & Hakim, J. A. R. (2013). ANALISA PREDIKSI POTENSI BAHAN BAKU BIODIESEL SEBAGAI SUPLEMEN BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL DI INDONESIA, 2(1), 5.
5. Tirtoatmodjo, R. (n.d.). Pengaruh Naphtalene Terhadap Perubahan Angka Oktan Bensin, Unjuk Kerja Motor dan Gas Buangnya, 2(2), 5.



6. Putra, N.N. (2014). Pemungutan Geraniol dari Sereh Wangi Melalui Destilasi Bertingkat dan Aplikasinya Sebagai Bio-Aditive Gasoline. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
7. Awad, O. I., Ali, O. M., Mamat, R., Abdullah, A. A., Najafi, G., Kamarulzaman, M. K., ... Noor, M. M. (2017). Using fusel oil as a blend in gasoline to improve SI engine efficiencies: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 1232–1242. doi:10.1016/j.rser.2016.11.244
8. Saputra, W. E., Burhanuddin, H., & ES, M. D. S. (2013). JURNAL FEMA, Volume 1, Nomor 1, Januari 2013, 1, 9.
9. Kadarohman, A., Hernani, Rohman, I., Kusrini, R., & Astuti, R. M. (2012). Combustion characteristics of diesel fuel on one cylinder diesel engine using clove oil, eugenol, and eugenyl acetate as fuel bio-additives. *Fuel*, 98, 73–79. doi:10.1016/j.fuel.2012.03.037
10. Gunawan, W. (1960). Kualitas dan Nilai Minyak Atsiri, Implikasi pada Pengembangan Turunannya. pp. 1–11.
11. Astuti, W. (2015). Peningkatan Kadar Geraniol Dalam Minyak Sereh Wangi dan Aplikasinya Sebagai, 5.

12. Ariyani, F., Setiawan, L. E., & Soetaredjo, F. E. (2008). EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI TANAMAN SEREH DENGAN MENGGUNAKAN PELARUT METANOL, ASETON, DAN N-HEKSANA, 7, 10.
13. Feriyanto, Y. E., Sipahutar, P. J., & Hakim, J. A. R. (2013). Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun dan Batang Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus*) Menggunakan Metode Distilasi Uap dan Air dengan Pemanasan Microwave, 2(1), 5.
14. International Organization for Standardization. (2002). Oil of Citronella Java Type. Switzerland. ISO 3848:2.
15. Rahmat, N., Abdullah, A. Z., & Mohamed, A. R. (2010). Recent progress on innovative and potential technologies for glycerol transformation into fuel additives: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 987–1000. doi:10.1016/j.rser.2009.11.010
16. Marsudi, D. (2005). *Pembangkitan Energi Listrik*. Erlangga. Jakarta.
17. Mulyono, S. (n.d.). Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin, 2(1), 8.

18. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). Kajian Supply Demand Energi. Pusat data dan informasi energi dan sumber daya mineral. Indonesia
19. Handika, N.A.D. (2016). Pengaruh Prosentase Minyak Cengkeh Pada Premium, Pertamina, dan Campuran Premium Dengan Pertamina Terhadap Emisi Gas Bekas Dan Performa Motor 4 Langkah 1 Silinder. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
20. Al-Abdullah, M. H., Kalghatgi, G. T., & Babiker, H. (2015). Flash points and volatility characteristics of gasoline/diesel blends. *Fuel*, 153, 67–69. doi:10.1016/j.fuel.2015.02.070
21. Arkoudeas, P., Karonis, D., Zannikos, F., & Lois, E. (2014). Lubricity assessment of gasoline fuels. *Fuel Processing Technology*, 122, 107–119. doi:10.1016/j.fuproc.2014.01.008
22. Al-Ghouti, M. A., Al-Degs, Y. S., & Amer, M. (2008). Determination of motor gasoline adulteration using FTIR spectroscopy and multivariate calibration. *Talanta*, 76(5), 1105–1112. doi:10.1016/j.talanta.2008.05.024
23. Supraptono. (2004). Bahan Bakar dan Pelumasan. Semarang. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

24. SETIYAWAN, A. (2012). KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH ETANOL PADA PREMIUM TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN KONDISI ATMOSFERIK DAN BERTEKANAN DI MOTOR OTTO SILINDER TUNGGAL SISTEM INJEKSI, 135.
25. Setyawan, A.N. (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.
26. Agustian, D.H. dkk. (n.d.). Formulasi Bioaditif Super “Ron Booster“ Pada Bahan Bakar Minyak Melalui Ekstraksi Minyak Sereh Wangi (Citronella Oil) Menggunakan Gelombang Mikro). A.12.
27. Bota, W., & Martosupono, M. (n.d.). KARAKTERISASI PRODUK-PRODUK MINYAK SEREH WANGI (CITRONELLA OIL) MENGGUNAKAN SPEKTROKOPI INFRAMERAH DEKAT (NIRs), 7.

28. Bursatrianyo. (2015). Minyak Atsiri Sebagai Bio Aditif. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. <http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/?p=6946>, diakses tanggal 18 febuari 2018
29. Anwar, A., Nugraha, N., Nasution, A., & Amaranti, R. (2016). TEKNOLOGI PENYULINGAN MINYAK SEREH WANGI SKALA KECIL DAN MENENGAH DI JAWA BARAT. *Teknoin*, 22(9), 664–672. doi:10.20885/teknoin.vol22.iss9.art4
30. Demirbas, A., Balubaid, M. A., Basahel, A. M., Ahmad, W., & Sheikh, M. H. (2015). Octane Rating of Gasoline and Octane Booster Additives. *Petroleum Science and Technology*, 33(11), 1190–1197.
31. Anderson, J. E., DiCicco, D. M., Ginder, J. M., Kramer, U., Leone, T. G., Raney-Pablo, H. E., & Wallington, T. J. (2012). High octane number ethanol–gasoline blends: Quantifying the potential benefits in the United States. *Fuel*, 97, 585–594. doi:10.1016/j.fuel.2012.03.017
32. Guenther, E. (1990). Minyak Atsiri. Jilid IVA. Universitas Indonesia. Jakarta.
33. Badan Standardisasi Nasional. (1995). Minyak Sereh, Mutu dan Cara Uji. SNI 06-3953-1995. Jakarta.

34. Dirjen MIGAS. (2009). Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin yang Dipasarkan di dalam Negeri. Keputusan Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 3674 K/24/DJM/2009
35. Perdih, A., & Perdih, F. (2006). Chemical Interpretation of Octane Number†. *Acta Chim. Slov.*, 10.
36. ASTM Method D-2699. (n.d.). Standard Method for Knock Characteristics of Motor Fuels by The Research Method. Vol. 05.04, Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials. Philadelphia
37. Daly, S. R., Niemeyer, K. E., Cannella, W. J., & Hagen, C. L. (2016). Predicting fuel research octane number using Fourier-transform infrared absorption spectra of neat hydrocarbons. *Fuel*, 183, 359–365. doi:10.1016/j.fuel.2016.06.097
38. Baird, Z. S., & Oja, V. (2016). Predicting fuel properties using chemometrics: a review and an extension to temperature dependent physical properties by using infrared spectroscopy to predict density. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 158, 41–47. doi:10.1016/j.chemolab.2016.08.004

39. Iob, A., Ali, M. A., Tawabini, B. S., Anabtawi, J. A., Ali, S. A., & Al-Farayedhi, A. (1995). Prediction of reformat research octane number by FT-i.r. spectroscopy. *Fuel*, 74(2), 227–231. doi:10.1016/0016-2361(95)92658-S
40. Hibbert, D. B., Minkinen, P., Faber, N. M., & Wise, B. M. (2009). IUPAC project: A glossary of concepts and terms in chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 642(1–2), 3–5. doi:10.1016/j.aca.2009.02.020
41. Balabin, R. M., & Safieva, R. Z. (2008). Gasoline classification by source and type based on near infrared (NIR) spectroscopy data. *Fuel*, 87(7), 1096–1101. doi:10.1016/j.fuel.2007.07.018
42. Kumar, S., Singh, S. K., & Mishra, P. (n.d.). Multivariate Analysis : An Overview, 2(3), 9. LAMPIRAN
43. Rashid, H. A., Dekran S. B., Fakhri N. A., and Aziz H. J.. (1989). Determination of Several Physical Properties of Light Petroleum Products Using IR. *Fuel Science and Technology International*. 7 (3), 237

