

PEMANFAATAN MINYAK SEREH WANGI SEBAGAI ZAT ADITIF UNTUK MENINGKATKAN KARAKTERISTIK BIODIESEL B30

Dian Nisrina^{1*}, Harunsyah², Halim Zaini³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jalan Banda Aceh-Medan Km. 280 Buketrata Lhokseumawe
*e-mail: dyan.nisrina@gmail.com

Abstract

The use of petroleum as fuel is currently very limited and cannot be renewed on a relevant human scale. The increasing demand for petroleum, including diesel, has resulted in increased dependence on resources. The use of diesel as fuel has a negative impact on the environment. To reduce the negative impacts caused, other fuel derivative products can be developed, namely biodiesel. One alternative to increase fuel efficiency and reduce pollution is to reformulate fuel with additives, namely citronella oil, which functions to enrich the oxygen content in the fuel. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the addition of citronella oil volume and temperature on the characteristics of B30 biodiesel. This study was conducted using an experimental design method by varying the volume of citronella oil 0; 2; 4; 6; 8; 10 mL and temperatures of 30°C, 35°C, 40°C, 45°C, 50°C. The results showed that the addition of citronella oil with temperature variations was able to improve the characteristics of B30 biodiesel. The best variation is the addition of 4 mL of citronella oil at a temperature of 40 °C resulting in the highest viscosity value of 4.318 cSt, density of 836.41 kg/m³, cetane number of 67.9 and flash point value of 79°C. In this study, the data produced is in accordance with SNI in terms of viscosity, density, cetane number, and flash point.

Keywords: additives, biodiesel B30, citronella oil, diesel

PENDAHULUAN

Penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar terbatas saat ini karena merupakan bahan yang tidak dapat diperbaharui. Permintaan yang terus meningkat terhadap minyak bumi termasuk solar mengakibatkan peningkatan ketergantungan terhadap sumber daya. Keterbatasan ini membuat minyak bumi menjadi sumber daya yang sangat berharga dan strategis. Solar juga merupakan salah satu jenis bahan bakar fosil yang digunakan dalam mesin diesel.

Penggunaan solar sebagai bahan bakar kendaraan memiliki dampak negatif bagi lingkungan. Solar menghasilkan emisi gas rumah kaca dan polutan udara lainnya yang berkontribusi terhadap iklim dan masalah

kualitas udara. Alternatif yang dapat dikembangkan adalah dengan menggunakan produk turunan bahan bakar antara lain biodiesel. Biodiesel B30 adalah campuran 30% biodiesel dan 70% solar. Penggunaan biodiesel B30 bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap solar dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Biodiesel B30 memiliki sifat pelumas yang lebih rendah dibandingkan dengan solar. Beberapa keuntungan biodiesel untuk terus dikembangkan hingga saat ini antara lain memiliki sifat biodegradable, tidak mencemari lingkungan, keberlanjutan yang tinggi, diperoleh dari sumber yang dapat diperbarui, rendah emisi gas buang secara keseluruhan, kandungan sulfur terabaikan [1].

Minyak atsiri merupakan bahan bioaditif berasal dari bahan nabati sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Minyak serih wangi merupakan minyak atsiri yang memiliki karakteristik mirip seperti bahan bakar, baik berat jenis, titik didih, dan sifat mudah menguap. Beberapa senyawa minyak atsiri memiliki komponen oksigen yang terkandung dalam struktur kimianya diharapkan mampu menyempurnakan sistem pembakaran pada mesin dan menghasilkan polutan yang lebih rendah dibanding aditif organik logam yang ada [2, 3].

Komposisi utama dari minyak serih wangi adalah *sitronellal* dan *geraniol* yang merupakan senyawa utama dalam minyak serih wangi dibentuk oleh unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang merupakan senyawa *terpenoid* [4]. Kandungan kimia utama yang terdapat dalam tanaman serih wangi antara lain mengandung minyak atsiri dengan komponen yang terdiri yaitu *sitronelal* (27,87%), *sitronellol* (11,85%), *geraniol* (22,77%), *geranial* (14,54%), *neral* (11,21%).

Daun serih wangi menghasilkan minyak atsiri yang mengandung senyawa bioaktif alternative seperti *tannin*, *terpen*, alkaloid dan flavonoid [5]. Ketersediaan oksigen merupakan salah satu hal yang mempengaruhi peningkatan kualitas bahan bakar [6]. Selain itu, angka oktan dapat digunakan sebagai parameter dalam mengetahui kesempurnaan proses pembakaran pada mesin [7].

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan volume minyak serih wangi terhadap karakteristik biodiesel B30 dan mengetahui pengaruh variasi temperatur terhadap biodiesel B30.

METODE

Pembuatan Sampel Pengujian Biodiesel B30 dengan Zat Aditif

Pembuatan sampel uji dilakukan dengan mempersiapkan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian, kemudian ditimbang bahan bakar biodiesel B30 dan minyak serih wangi sesuai dengan variabel kemudian campurkan kedua bahan ke dalam beaker glass. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* supaya homogen dengan kecepatan pengaduk dan suhu yang telah ditentukan. Setelah kedua bahan homogen matikan alat lalu diamkan sebentar lalu ambil sampel untuk dilakukan pengujian.

Bahan dan Peralatan

Bahan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah minyak serih wangi dan biodiesel B30. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *beaker glass*, *hot plate magnetic stirrer*, gelas ukur, corong kaca, spatula, timbangan digital, termometer, piknometer, seperangkat alat *flash point*, seperangkat alat *cetane number analyzer*, seperangkat alat viskometer.

Metode Analisa

Uji Viskositas

Siapkan 10 mL sampel yang akan di uji dalam keadaan homogen. Lalu siapkan alat viskometer dalam kondisi yang baik. Isi tabung pengukur viskometer dengan sampel yang telah disiapkan sebelumnya. Lalu pastikan pengisian dilakukan dengan hati-hati tanpa adanya gelembung udara yang terperangkap di dalamnya. Letakkan tabung pengukur di dalam viskometer dan mulai pengukuran. Catat hasil setelah pengukuran selesai lalu analisa hasil uji viskositas dan bandingkan dengan standard apakah biodiesel B30 memenuhi persyaratan.

Uji Densitas

Uji densitas terhadap biodiesel B30 dengan penambahan zat aditif yang telah

dilakukan sebelumnya. Pengujian densitas dilakukan dengan menimbang terlebih dahulu piknometer kosong, selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam piknometer sampai batas lalu ditimbang kemudian dicatat data yang diperoleh.

Uji Cetane Number

Pengujian cetane number dilakukan dengan menyalakan peralatan uji octane. Tunggu sampai dilayar timbul tulisan *zero adjust*. Tutup tempat pengujian menggunakan tutup berwarna hitam, kemudian tekan tombol *zero adjust* hingga dilayar muncul *put in sample*. Letakkan sampel sebanyak 200 mL ditempat pengujian dan tutup kembali menggunakan tutup sampel. Tekan tombol enter lalu tunggu sampai dilayar timbul tulisan *remove & replace*. Kemudian angkat sampel dan letakkan sampel dengan posisi diputar 180° lalu letakkan kembali serta tutup dengan tutupnya. Tekan tombol enter. Hingga dilayar timbul tulisan *remove & press Z*, selanjutnya angkat sampel dan tutup kembali tempat pengujian. Tekan tombol zero adjust, dan tunggu sampai hasil pengujian di cetak.

Uji Titik Nyala (Flash Point)

Bersihkan alat penentu titik nyala (Flash Point Tester) untuk menghilangkan sisa minyak ataupun solvent. Isi bejana logam dengan sampel yang akan dites sampai tanda batas. Kemudian tutup sampel dengan penutupnya. Pasang stirrer dan termometer. Lalu pastikan dinding logam bagian atas tanda batas dalam keadaan kering. Pasang kabel penyambung arus dan hubungkan gas pembakar. Nyalakan gas pembakardan atur nyalanya hingga diperoleh nyala yang sesuai. Hidupkan pemanas listrik dan atur pemanasan sedemikian rupa sehingga kenaikan suhu pemanasan 5 °C/menit. Bila termometer telah mencapai suhu 15 °C sebelum suhu perkiraan titik nyala sampel, lakukan tes nyala dengan memutar tombol pembakar sehingga api masuk ke dalam bagian atas

bejana logam. Hal ini dilakukan setiap kenaikan suhu 1 °C selama 1 detik sampai uap yang dites terbakar. Suhu yang ditunjukkan oleh termometer merupakan suhu titik nyala sampel. Tes nyala ini harus jelas dan diatur untuk jarak 4 mm. Pada saat tes nyala, kecepatan pemanasan dikurangi menjadi 3-4 °C per menit. Setelah selesai, putar regulator dan tombol stirrer ke posisi nol (matikan alat pemanas listrik dan gas pembakar). Simpan sisa sampel, dan bersihkan alat dan bejana logam sampai benar-benar bersih.

Uji FTIR

Periksa tempat sampel harus dalam keadaan kosong, nyalakan FTIR. Klik dua kali lambing *IRsolution*. Klik menu *Environment*, pilih *Instrumen Preference*. Klik type alat IR Prestige -21, klik ok. Klik menu *measurement* dan pilih *Initialized* tunggu sampai inialisasi selesai. Pastikan tempat sampel dalam keadaan kosong, kemudian pada menu *measure* tuliskan keterangan nama sampel pada *comment* dan nama file pada data file. Atur parameter analisa pada *instrument setting*. Pasang sel sampel cairan pada tempat sampel. Suntik cairan kedalam tempat sampel. Atur parameter analisa pada *instrument setting*. Klik [BKG] dan tunggu hingga background selesai. Masukkan sampel cairan yang telah disuntik kedalam tempat sampel. Tulis nama file pada [name], keterangan pelengkap pada [comment]. Klik [sampel] dan tunggu hingga selesai. Tampilkan data *spectrum > file > open >* pilih data file. Klik *manipulation 1 > peak table >* atur parameter *> calc >* ok. Muncul table wavenumber & intensity

Uji GCMS

Hubungkan kabel power ke sumber listrik. Lalu siapkan kebutuhan analisis (biodiesel). Pasang kolom kapiler yang akan digunakan. Buka aliran gas helium (tekanan suplai ± 6 psi). Hidupkan GCMS. Lalu

hidupkan pc dan printer. Dilakukan pengukuran sampel. Isi parameter sesuai yang diinginkan. Klik “ok”. Klik standby, tunggu hingga muncul status ready. Klik ikon start yang berwarna hijau. Analisis akan segera berlangsung dan akan berhenti secara otomatis sesuai stop time yang akan di set sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian produk biodiesel B30 dengan penambahan zat aditif minyak sereh wangi diperoleh data seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengamatan viskositas dan densitas

Minyak sereh wangi (mL)	Temperatur (°C)	Viskositas (cSt)	Densitas (Kg/m ³)
2	30	3,950	836,04
	35	3,838	832,39
	40	3769	829,67
	45	3,768	829,87
	50	3,698	833,52
4	30	3,856	836,19
	35	3,836	834,84
	40	4,318	836,41
	45	4,306	834,4
	50	4,284	832,3
6	30	4,275	830,11
	35	4,220	833,27
	40	4,217	830,3
	45	4,208	830,08
	50	4,202	829,46
8	30	4,175	829,71
	35	4,155	828,75
	40	4,133	827,97
	45	4,172	828,11
	50	4,114	827,54
10	30	4,104	833,29
	35	4,138	829,05
	40	3,898	831,74
	45	3,651	831,45
	50	3,691	830,65

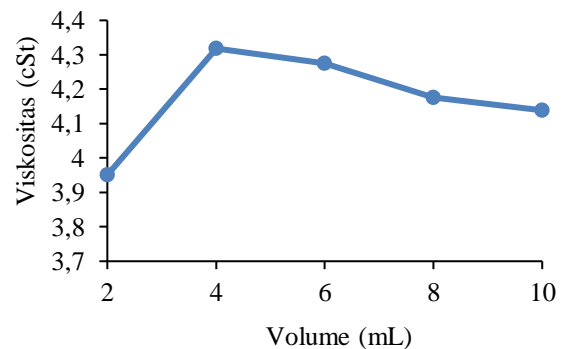
Penggunaan minyak sereh wangi sebagai zat aditif pada Biodiesel B30 bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik dan kimia bahan bakar. Minyak sereh

wangi sebagai aditif dapat memperbaiki karakteristik pembakaran biodiesel B30, seperti mempercepat pengabutan bahan bakar, meningkatkan pembakaran yang lebih sempurna, dan mengurangi emisi gas buang yang berbahaya.

Penggunaan minyak sereh wangi juga dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, partikulat, dan komponen berbahaya lainnya yang dihasilkan selama pembakaran sehingga memberikan dampak positif terhadap lingkungan.

Pengaruh Volume Minyak Sereh Wangi terhadap Viskositas

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida. Semakin besar viskositas fluida maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir dan juga menunjukkan semakin sulit suatu benda bergerak dalam fluida tersebut [8]. Pengaruh volume minyak sereh wangi terhadap viskositas diperlihatkan pada Gambar 1.



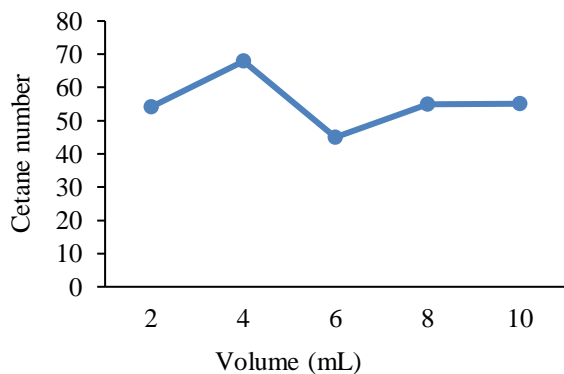
Gambar 1. Pengaruh volume minyak sereh wangi terhadap viskositas

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai viskositas dipengaruhi oleh volume minyak sereh wangi. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa dengan adanya penambahan minyak sereh wangi mempengaruhi viskositas cairan secara signifikan. Pada volume minyak sereh wangi 2 mL, viskositas awal tercatat sebesar 3,950 cSt. Seiring dengan peningkatan volume minyak sereh wangi menjadi 4 mL, viskositas meningkat hingga

mencapai nilai tertinggi sebesar 4.318 cSt. namun dengan penambahan minyak sereh wangi lebih lanjut hingga 6, 8, dan 10 mL viskositas menurun lebih lanjut sampai 4,138 cSt. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa terdapat efek saturasi dalam penambahan volume minyak sereh wangi terhadap viskositas cairan. Pada volume tertentu, penambahan minyak sereh cenderung meningkat viskositas, namun setelah mencapai titik optimal penambahan lebih lanjut tidak memberikan peningkatan yang signifikan, bahkan sedikit menurunkan viskositas. Hal ini disebabkan oleh interaksi kompleks antara molekul minyak sereh dan cairan dasar yang mempengaruhi kekentalan secara keseluruhan. Penurunan viskositas setelah mencapai volume optimal menunjukkan bahwa terdapat batas dalam penggunaan minyak sereh sebagai aditif.

Pengaruh Volume Minyak Sereh Wangi terhadap Cetane Number

Angka setana (*cetane number*) adalah kualitas pembakaran bahan bakar diesel selama pengapain kompresi [9]. Pengaruh volume minyak sereh wangi terhadap *cetane number* diperlihatkan pada Gambar 2.



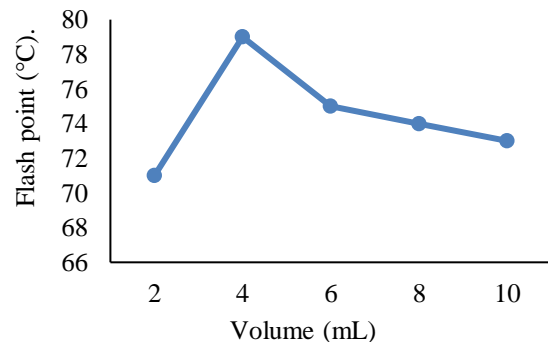
Gambar 2. Pengaruh volume minyak sereh wangi terhadap *cetane number*

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara cetane number dan volume minyak sereh wangi dalam bahan bakar. Pada volume rendah 2-4 mL, cetane number tinggi sekitar 67,9, hal ini diinginkan karena memberikan banyak keuntungan dalam

kualitas pembakaran. Namun, saat volume meningkat menjadi 6 mL, cetane number turun drastis hingga sekitar 45. Pada volume yang lebih tinggi 6-10 mL, cetane number menunjukkan pola naik-turun yang tidak stabil, bervariasi antara 40-55. Pola ini mengindikasikan perubahan dalam komposisi atau sifat bahan bakar seiring perubahan volume.

Pengaruh Volume Minyak Sereh Wangi Terhadap Flash Point

Titik nyala (*flash point*) merupakan angka yang menyatakan suhu terendah bahan bakar minyak akan timbul penyalaan waktu sesaat, jika permukaan minyak didekatka pada nyala api [10]. Pengaruh volume minyak sereh wangi terhadap *flash point* diperlihatkan pada Gambar 3.



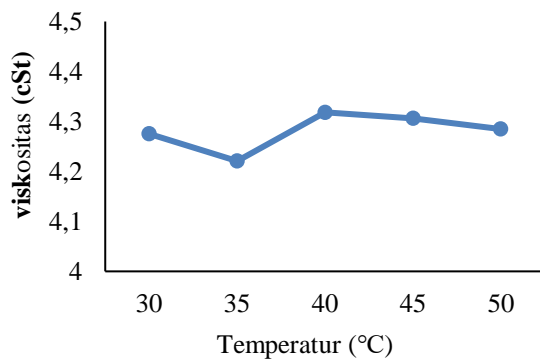
Gambar 3. Pengaruh volume minyak sereh wangi terhadap *flash point*

Gambar 3 menunjukkan bahwa volume minyak sereh wangi mempengaruhi nilai flash point secara kompleks. Pada 2 mL, flash point terendah sekitar 71°C. Volume 4 mL meningkatkan flash point secara signifikan hingga 79°C. Jika nilai flash point berada pada suhu yang tinggi maka dianggap lebih baik, dan aman untuk disimpan serta memiliki resiko kebakaran yang lebih rendah. Namun, setelah volume melebihi 4 mL, flash point menurun, menjadi sekitar 76°C pada volume minyak sereh wangi 6 mL dan turun kembali hingga 73°C pada 10 mL. Kenaikan awal mungkin disebabkan oleh konsentrasi optimal

komponen volatil, sementara penurunan bisa disebabkan oleh pengenceran komponen volatil atau perubahan distribusi termal. Mengetahui volume optimal ini penting untuk keamanan dan efisiensi dalam aplikasi industri.

Pengaruh Temperatur terhadap Viskositas

Pengaruh temperatur terhadap viskositas diperlihatkan pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan pengaruh suhu terhadap viskositas. Pada suhu 30°C - 35°C viskositas yang dihasilkan menurun namun pada suhu 35°C - 40°C nilai viskositas naik dan turun perlahan kembali pada suhu yang tinggi. Perubahan viskositas yang menurun kemudian naik pada suhu yang lebih tinggi disebabkan oleh perubahan struktural dalam fluida, efek termal seperti penguapan atau perubahan fase, serta interaksi kompleks antara molekul atau kontaminan.

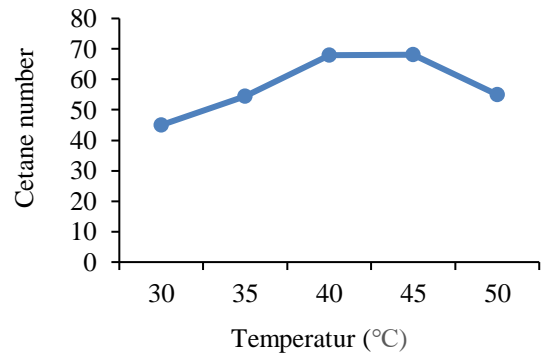


Gambar 4. Pengaruh temperatur terhadap viskositas

Pengaruh Temperatur terhadap Cetane Number

Hubungan antara temperatur dengan nilai *cetane number* diperlihatkan pada Gambar 5. Dari gambar 5 terlihat adanya perubahan nilai *cetane number* seiring dengan perubahan suhu dari 30°C hingga 50°C. Angka *cetane* meningkat seiring kenaikan suhu hingga mencapai puncaknya pada 45°C. Pada suhu 30°C, angka *cetane* sebesar 45, kemudian meningkat menjadi 54,5 pada 35°C, 67,9 pada 40°C, dan 68,1

pada 45°C. Namun, pada 50°C, angka *cetane* menurun menjadi 55. Nilai *cetane number* cenderung meningkat saat suhu semakin tinggi. Ini menunjukkan bahwa suhu memiliki efek positif pada peningkatan angka cetane dalam rentang suhu tertentu, kemungkinan karena peningkatan reaksi kimia yang mendukung pembentukan senyawa dengan nilai *cetane* lebih tinggi.



Gambar 5. Pengaruh temperatur terhadap *cetane number*

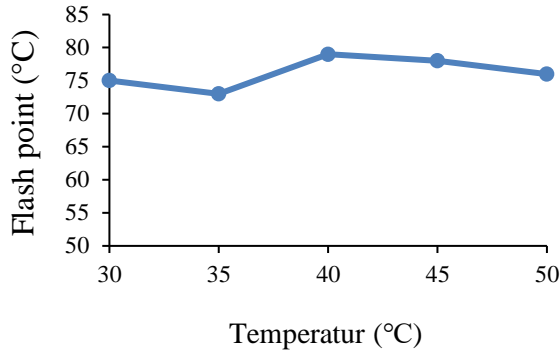
Pengaruh Temperatur terhadap Flash Point

Pengaruh temperatur terhadap *flash point* diperlihatkan pada Gambar 6. Dari data yang disajikan, terlihat ada lima titik pengukuran pada suhu 30°C, 35°C, 40°C, 45°C, dan 50°C.

Dari Gambar 6 terlihat bahwa *flash point* dari minyak sereh wangi bervariasi dengan perubahan suhu. Pada suhu 30°C, *flash point* tercatat sebesar 75°C. Namun, ketika suhu meningkat menjadi 35°C, nilai *flash point* turun menjadi 73°C. Peningkatan lebih lanjut pada suhu hingga 40°C menghasilkan peningkatan *flash point* yang signifikan mencapai 79°C, yang merupakan titik nyala tertinggi dalam rentang suhu yang diukur. Setelah itu, dengan kenaikan suhu ke 45°C dan 50°C, nilai *flash point* kembali mengalami penurunan berturut-turut menjadi 78°C dan 76°C.

Hasil ini menunjukkan bahwa suhu memiliki pengaruh kompleks terhadap *flash point* minyak sereh wangi. Peningkatan suhu tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan *flash point*. Pada suhu tertentu,

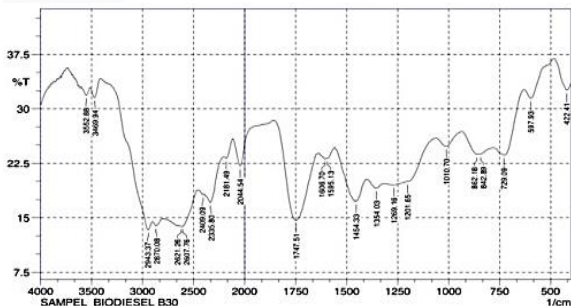
komponen volatil dalam minyak sereh wangi mungkin lebih mudah menguap, meningkatkan *flash point* hingga mencapai puncaknya pada 40°C.



Gambar 6. Pengaruh temperatur terhadap *flash point*

Analisa FTIR

Analisa *Fourier Transform Infrared (FTIR)* digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk dari sampel yang dihasilkan dan juga memprediksi reaksi polimerisasi yang terjadi. Analisa ini didasarkan pada analisis dari angka gelombang dari suatu sampel. Angka gelombang tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi tertentu yang ada pada sampel, karena masing-masing gugus fungsi memiliki puncak karakteristik yang spesifik untuk gugus fungsi tersebut. Hasil uji FTIR dapat dilihat pada Gambar 7



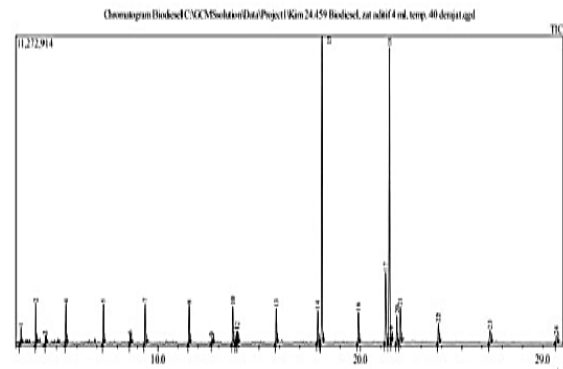
Gambar 7. Hasil uji gugus fungsi (FTIR)

Spektrum FTIR pada Gambar 7 adalah spektrum inframerah dari sampel biodiesel B30 dengan campuran zat aditif, digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsional dalam molekul. Puncak serapan pada spektrum ini, seperti puncak 1747.51

cm⁻¹ puncak ini menunjukkan getaran ester (C = O) yang berasal dari aldehida dan sitronelal. Lalu pada puncak 3552.88 cm⁻¹ serta 3469.94 cm⁻¹ menunjukkan getaran gugus hidroksil (O – H) yang berasal dari alkohol seperti *sitronelol* atau *geraniol*. Dan puncak di 2943.37 cm⁻¹ serta 2870.08 cm⁻¹ (getaran C-H dari gugus alkil), menunjukkan keberadaan komponen biodiesel.

Analisa GCMS

Analisa GCMS dilakukan untuk menguji komposisi kimia ahan melalui kromatogram yang menampilkan hasil analisis komponen kimia dalam sampel, dengan waktu retensi (R. Time) dan intensitas sinyal (Area). Hasil uji GCMS diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil uji GCMS

Gambar 8 menunjukkan puncak-puncak utama yang mencerminkan berbagai senyawa kimia dalam sampel biodiesel. Hasil biodiesel yang baik harus memiliki kandungan ester metil asam lemak yang tinggi, yang mencakup metil laurat, metil miristat, metil palmitat, dan metil stearat. Puncak terbesar pada waktu retensi 18.093 menit dengan dominasi *Hexadecanoid acid, methyl ester (methyl palmitate)* 27.11%) menunjukkan senyawa dengan konsentrasi tertinggi dan dominan didalam sampel. Serta keberadaan komponen ester lainnya dalam jumlah yang signifikan. Total yang terkandung dalam biodiesel ada 100% dan itu termaksud adanya campuran aditif.

Identifikasi senyawa dilakukan dengan membandingkan waktu retensi dan

spektrum massa dengan database referensi, mengidentifikasi senyawa seperti *octane*, *dodecane*, *hexadecane*, serta ester asam lemak seperti *methyl palmitate* dan *methyl linoleate*.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Penambahan minyak sereh wangi memiliki potensi sebagai zat aditif yang efektif untuk meningkatkan kualitas biodiesel B30. Berdasarkan penelitian, variasi produk terbaik ada pada volume minyak sereh wangi 4 mL dengan nilai viskositas tertinggi 4,318 cSt, nilai densitas 836,41 kg/m³, *cetane number* 67,9 dan nilai flash point 79°C.
2. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, variasi temperatur yang berpengaruh terhadap nilai yang diperoleh ada pada variasi temperatur 40°C

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan terima kasih kepada pembimbing dan kepala Laboratorium Satuan Operasi Migas & Simulasi Drilling dan Laboratorium Kimia Analisis untuk fasilitas Laboratorium yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Thanh, L. T., Okitsu, K., Boi, L. V., & Maeda, Y. 2012. *Catalytic technologies for biodiesel fuel production and utilization of glycerol: a review*. *Catalysts*, 2(1), 191-222.
- [2] Septiadi, T. 2017. *Formulasi minyak sereh wangi dan minyak cengkeh sebagai bioaditif untuk meningkatkan kinerja bahan bakar solar*. Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [3] Hutabalian, Y., Sutanto, and R. Anggraini, 2013. *Formula aditif berbasis minyak atsiri pada bensin ron 88*.
- [4] Bota, W., Martosupono, M., & Rondonuwu, F. S. 2015. *Potensi senyawa minyak sereh wangi (citronella oil) dari tumbuhan cymbopogon nardus l. sebagai agen antibakteri*. Prosiding Semnastek.
- [5] De Toledo, L. G., Ramos, M. A. D. S., Spósito, L., Castilho, E. M., Pavan, F. R., Lopes, É. D. O., ... & De Almeida, M. T. G. 2016. *Essential oil of cymbopogon nardus (l.) rendle: a strategy to combat fungal infections caused by candida species*. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(8), 1252.
- [6] Agustian, H. 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*. Prosiding Sains Nasional dan Teknologi, 1(1).
- [7] Saputra, W., Burhanuddin, H. dan Susila, M. 2013. *Pengaruh penambahan zat aditif alami pada bensin terhadap prestasi sepeda motor 4-langkah*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(1).
- [8] Ariyanti, E.S. dan Agus, M, 2010, *Otomasi pengukuran koefisien viskositas zat cair menggunakan gelombang ultrasonik* *Jurnal Neutrino*, vol. 2, No. 27 Agustus 2015.
- [9] Aprilian Purwandono 2016. *Pembuatan aditif metil ester untuk meningkatkan cetane number dan cetane indeks pada bahan bakar solar"*.
- [10] Mulyani, Y., Solikha, D. F., & Oktaviani, W. 2022. *Pengujian flash point pada sampel biosolar B-30 dan pengujian total acid number (TAN) pada sampel feedstock C PT X Laboratorium Fuel Terminal BBM Bandung group-Ujung Berung*. *Jurnal Migasian*, 6(1)