

PEMBUATAN BIODIESEL DENGAN REAKTOR BERSIRKULASI SEDERHANA MENGGUNAKAN KATALIS KOH

Rudi Hartono^{1,*}, Yus Rama Denny², Deni Sulaiman Ramdhani³, Lusiani Dewi Assaat⁴, Agie Wildha Priakbar⁵, Wusda Hetsa Ribawa⁵

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten, 42435

²Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, 42117

³Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, 42117

⁴Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, 42117

⁴PT. Hade Agro Indonesia, Belleza Tower BSA 1st Floor, Suite 106 Permata Hijau, Jakarta Selatan 12210

*E-mail koresponden : rudi.hartono@untirta.ac.id

Diterima: 12 September 2022

Direvisi: 12 November 2022

Disetujui: 18 Desember 2022

ABSTRAK

Tingginya penggunaan minyak bumi menyebabkan cadangan minyak bumi menipis, ini dikarenakan minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat biodiesel dengan menggunakan reaktor bersirkulasi sederhana dan menganalisa biodiesel sehingga diperoleh biodiesel yang layak digunakan dan sesuai standar umum biodiesel. Penelitian ini dibatasi oleh beberapa variabel yang terdiri dari variabel tetap yaitu bahan baku berupa minyak jelantah sebanyak 20 liter, 100 g katalis KOH, dan suhu reaksi 600C, sedangkan variabel bebas yaitu waktu pengadukan secara sirkulasi selama 55, 60, dan 65 menit, dan rasio umpan yaitu 17% v/v dan 21% v/v metanol. Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu persiapan bahan baku, pembuatan biodiesel, dan pengujian biodiesel. Persiapan bahan baku dengan menyiapkan minyak jelantah, katalis KOH dan metanol. Pembuatan biodiesel dilakukan didalam reaktor bersirkulasi sederhana. Pengujian biodiesel yang dilakukan adalah pengujian densitas, viskositas, kadar Free Fatty Acid (FFA), Flash Point, Pour Point, angka setana, dan Heat Heating Value (HHV). Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan biodiesel yang sesuai dengan standar SNI biodiesel. Densitas biodiesel yang dihasilkan berkisar pada 856,4-868,4 kg/m³. Viskositas yang dihasilkan berkisar pada 2,98-3,41 cSt. Angka setana berkisar pada 57,3-58,2. Flash point berkisar pada 39,5-150,5oC. Pour point berkisar pada 9oC dan HHV sebesar 9371-9490 kkal/kg. Yield biodiesel yang dihasilkan umumnya sebanyak 75-90%. Kondisi optimum pembuatan biodiesel yaitu pada variasi 17% v/v methanol dengan suhu reaksi 60oC dan waktu reaksi 55 menit.

Kata kunci: Biodiesel, katalis, reaktor, *densitas, viskositas, flash point, pour point, angka setana, heat heating value*

ABSTRACT

The high use of petroleum causes petroleum reserves to deplete, this is because petroleum is a natural resource that cannot be renewed. The purpose of this research is to make biodiesel using a simple circulating reactor and analyze biodiesel so that biodiesel is obtained which is suitable for use and according to general biodiesel standards. This research is limited by several variables consisting of fixed variables, namely raw materials in the form of 20 liters of used cooking oil, 100 g of KOH catalyst, and a reaction temperature of 600C, while the independent variables are the circulating stirring time for 55, 60, and 65 minutes, and the ratio feeds were 17% v/v and 21% v/v methanol. The stages of research carried out are preparation of raw materials, manufacture of

biodiesel, and testing of biodiesel. Preparation of raw materials by preparing used cooking oil, KOH catalyst and methanol. Biodiesel production is carried out in a simple circulating reactor. The biodiesel tests carried out were density, viscosity, Free Fatty Acid (FFA) levels, Flash Point, Pour Point, cetane numbers, and Heat Heating Value (HHV). The research that has been done has produced biodiesel that complies with the SNI biodiesel standard. The density of biodiesel produced is in the range of 856.4-868.4 kg/m³. The resulting viscosity ranges from 2.98-3.41 cSt. The cetane number ranged from 57.3 to 58.2. Flash point ranges from 39.5-150.5oC. The pour point is around 9oC and the HHV is 9371-9490 kcal/kg. Generally, the yield of biodiesel produced is 75-90%. The optimum conditions for making biodiesel are at a variation of 17% v/v methanol with a reaction temperature of 60oC and a reaction time of 55 minutes.

Keywords: Biodiesel, catalyst, reactor, density, viscosity, flash point, pour point, cetane number, heat heating value.

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak adalah sumber energi dengan konsumsi terbesar di seluruh dunia jika di dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Konsumsi bahan bakar yang besar ini menyebabkan ketersediaan bahan bakar minyak bumi semakin lama mulai menurun akibat dari penggunaan yang di lakukan terus menerus, maka saat ini sedang berkembang isu tentang konversi energi (energi alternatif) sebagai pengganti energi dari bahan bakar minyak bumi. Isu pencemaran lingkungan sedang berkembang pula di masyarakat selain isu energi alternatif. Isu pencemaran lingkungan tersebut di timbulkan dari penggunaan minyak bumi, yaitu pencemaran udara dari pembuangan gas sisa pembakaran transportasi maupun industri. Menyikapi kondisi tersebut dan untuk menjaga stabilitas pemenuhan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) nasional, maka pada bulan Januari 2006 pemerintah mengeluarkan Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 mengenai Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang menyebutkan target penggunaan Biofuel sebesar 5% dari total energi mix pada tahun 2025 dan instruksi Presiden nomor 1 Tahun 2006 tentang penyediaan bahan bakar nabati (Biofuel) sebagai bahan bakar lain di Indonesia. Sehingga diperlukan energi alternatif pengganti bahan bakar minyak (BBM) yang berasal dari minyak nabati, yaitu Biodiesel (Solastia, 2010).

Biodiesel telah di kembangkan di beberapa Negara maju, termasuk di Negara berkembang seperti Indonesia, terutama di Provinsi Banten. Biodiesel secara umum adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari bahan terbarukan atau secara khusus merupakan bahan bakar mesin diesel yang

terdiri dari ester alkil dari asam-asam lemak. Kelebihan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar diantaranya adalah angka setana tinggi, lebih ramah lingkungan karena hampir tidak mengandung gas SO_x, daya lumas yang baik, emisi gas buang sedikit dan karakter pembakaran yang relatif bersih. Biodiesel dapat diperoleh dari minyak tumbuhan yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui seperti minyak nabati, lemak binatang, dan minyak goreng bekas (Ulfiati, 2010).

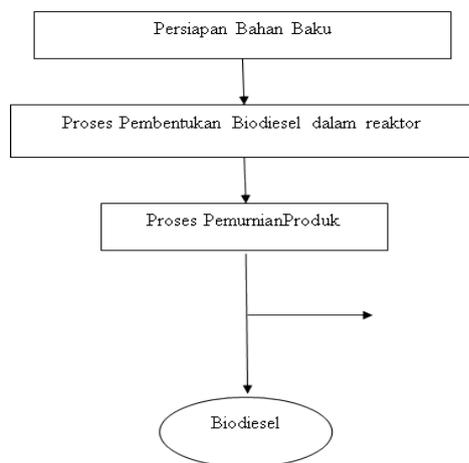
Biodiesel dapat dibuat dengan menggunakan minyak goreng bekas yang berasal dari limbah restoran dan limbah rumah tangga yang jarang di gunakan. Sebagai limbah, Minyak goreng bekas yang digunakan berulang kali pada suhu tinggi mengubah hidrolis lemak menjadi asam lemak bebas yang mudah teroksidasi. Perubahan ini membuat minyak menjadi tengik dan membentuk asam lemak bebas yang mengakibatkan gangguan kesehatan berupa penyakit tekanan darah tinggi, jantung dan bersifat karsinogen sehingga dapat menimbulkan kanker. Minyak goreng bekas juga akan membentuk akrolein yaitu senyawa yang menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan dan menimbulkan batuk, selain itu minyak goreng bekas yang dibuang kelingkungan akan mencemari lingkungan.

Proses pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas dilakukan dengan reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan metanol yang akan menghasilkan metil ester (biodiesel) dan gliserol. Pada penelitian sebelumnya biodiesel dibuat dari minyak goreng bekas dan metanol dengan KOH sebagai katalis. Biodiesel diproduksi dalam skala laboratorium pada suhu 60 °C, kecepatan pengadukan 800 rpm dan waktu tinggal 60 menit. Biodiesel yang dihasilkan memiliki sifat fisik yaitu viskositas 5,6263 CSt, titik tuang 33,4 F, titik nyala 253 F, dan nilai kalor 9427 kal/g. (Aziz

,2010). Pembuatan biodiesel skala laboratorium masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap permintaan biodiesel, karena kapasitas biodiesel yang dihasilkan relatif sedikit dan hanya bisa dibuat pada satu tempat tertentu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, mengacu kepada penelitian sebelumnya, namun pada penelitian ini dilakukan pengembangan proses yang diperoleh dari beberapa literatur. Proses pembuatan biodiesel ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut:



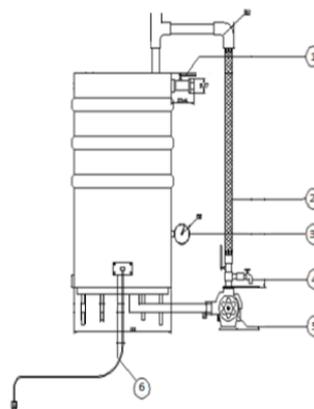
Gambar 1. Diagram Alir Percobaan

Persiapan Bahan Baku

Pada tahapan persiapan bahan baku yang dilakukan adalah menyiapkan 20 Liter Minyak Jelantah sebagai bahan baku utama. Melakukan penyaringan minyak jelantah agar diperoleh minyak jelantah yang bersih tanpa pengotor. Memasukkan minyak jelantah ke dalam wajan. Memanaskan minyak jelantah pada suhu 120oC selama 10 menit untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat didalam minyak jelantah. Mendinginkan minyak jelantah yang sudah dipanaskan sampai suhunya menjadi 60-70oC. Menyiapkan methanol sesuai variasi yaitu 21 % dari bahan baku dan 1;4 rasio umpan dan siapkan katalis KOH sebanyak 100 gram. Campurkan katalis KOH dengan methanol kedalam wadah.

Lakukan pengadukan pada campuran methanol dan katalis KOH hingga homogen sehingga menjadi larutan Kalium Metoxide.

Reaktor pembuatan biodiesel yang dipersiapkan yaitu reaktor bersirkulasi sederhana. Kemudian langkah selanjutnya memasukan 20 Liter minyak jelantah tanpa pengotor kedalam reaktor bersirkulasi sederhana secara perlahan dan menyalakan pemanas hingga temperatur sampel minyak jelantah terbaca dalam termometer pada suhu 600 °C. Sirkulasi sampel minyak jelantah dalam reaktor agar temperatur merata, setelah temperatur yang diinginkan telah tercapai, masukan larutan Kalium Metoxide kedalam reaktor secara perlahan-lahan, biarkan campuran minyak jelantah dan larutan metoxide di aduk dengan cara sirkulasi selama waktu yang telah ditentukan yaitu 55, 60 dan 65 menit serta temperatur yang di jaga konstan yaitu 600C. Hentikan sirkulasi jika waktu yang diinginkan tercapai dan keluarkan biodiesel yang sudah terbentuk dari dalam reaktor (Gambar 2).



Gambar 2. Rangkaian Reaktor Bersirkulasi Sederhana. Keterangan : (1) Pressure guge, (2) Relief valve, (3) pipa ¾ inch, (4) Relief Valve, (5) Relief Valve, (6) Coil heater.

Pemurnian Biodiesel

Pada pemurnian biodiesel, diamkan biodiesel selama 2 jam untuk waktu pemisahan antara biodiesel sebagai produk utama dengan gliserol sebagai produk samping yang terbentuk. Pemisahan dilakukan didalam alat pemisah berdasarkan densitas (kerapatan). Akan diperoleh senyawa biodiesel dengan warna cokelat terang dibagian atas dan gliserol berwarna cokelat tua berada di bagian bawah. Keluarkan gliserol dari alat pemisah. Biodiesel

yang telah dipisahkan dari gliserol, kemudian dicuci atau dibilas menggunakan air panas dengan ½ volume biodiesel yang terbentuk, pada suhu 40oC. Diamkan selama 45 menit sampai terbentuk tiga lapisan yaitu, air dibagian bawah, pengotor dibagian tengah, dan biodiesel murni dibagian atas. Pisahkan biodiesel dari air dan pengotor gliserol yang masih tersisa. Lakukan pengujian pada biodiesel, yaitu analisa densitas, viskositas, kadar FFA, HHV, angka setana, flash point dan pour point.

Pada penelitian ini dibatasi oleh beberapa variabel,

1. Variabel Tetap
Bahan Baku: Minyak Jelantah 20 Liter dan Katalis KOH 100 gram, Suhu Operasi: 60°C
2. Variabel Bebas
Waktu Pengadukan 55,60, dan 65 menit, Rasio Reaktan 17% dan 21 % v/v metanol

Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Pengujian viskositas dilakukan dengan alat viscometer Ostwald, yaitu Memasukkan 10 ml sampel ketabung viskometer. Hitung waktu yang dibutuhkan cairan untuk mengalir dari batas atas sampai batas bawah viskometer. Hasil pengukuran waktu dikonversi dalam detik dan dihitung dengan rumus:

$$v = K \times (t - 9)$$

dimana:

v= viskositas (cSt)

K=konstata tabung viscometer (cSt/s)

T= waktu alir sampel

Θ= faktor koreksi (s), faktor koreksi didapat dari tabel bila ada

Pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan piknometer, yaitu Menimbang piknometer kosong, kemudian memasukkan sampel kedalam piknometer kosong sampai batas atas piknometer, tutup piknometer lalu timbang beratnya. Catat berat pikometer kosong, berat piknometer isi, dan volume piknometer, lalu hitung densitas dengan rumus:

$$\rho = \frac{(Massa\ piknometer\ isi - Massa\ piknometer\ kosong)}{Volume\ piknometer}$$

Pengujian Kadar FFA (Free Fatty Acid)

Pengujian kadar asam lemak bebas dilakukan dengan Menimbang 2 - 5 gram biodiesel, tambahkan larutan 50 mL metanol 95% netral dan 3 tetes indikator phenoptalin. Lakukan titrasi dengan NaOH 0.1 N sampai wama merah muda. Catat banyaknya NaOH yang digunakan. Hitung Kadar FFA dengan rumus:

$$Kadar\ FFA = \frac{M \times V \times T}{10.m}$$

M = Berat Molekul Asam lemak (gam)

T = Normalitas NaOH

m = Berapa Molekul Asam Lemak

V = volume NaOH yang diperlukan untuk titrasi (mL)

Pengujian Flash Point (Reference: ASTM D.93) dilakukan dengan menggunakan alat Pensky Meter Close Cup Tester, yaitu Menyiapkan alat-alat yang diperlukan, Flash Tester, Thermometer, Pemantik api, LPG. Memasukkan sampel pada Cup sampel sampai tanda batas. Tempatkan Cup sampel pada alat, lalu tutup rapat dengan penutup Cup. Selipkan thermometer kedalam penutup cup sampel, lalu nyalakan stirrer. Nyalakan api dengan menggunakan valve aliran gas LPG. Atur nyala api pada alat (3,2 – 4,5) mm. Untuk tes flash point < 110 °C. 17 – 28oC dibawah flash point yang diperkirakan, kenaikan suhu pada thermometer diatur 2 – 3 °C / menit. Setelah suhu diatas tercapai atur pemanas agar kenaikan suhu menjadi 3 °C / menit. Untuk tes flash point > 110 °C. 17 – 28 °C dibawah flash point yang diperkirakan, kenaikan suhu pada thermometer diatur 2 – 3 °C / menit. Setelah suhu diatas tercapai atur pemanas agar kenaikan suhu menjadi 2 °C / menit. Tepat pada titik nyala, baca skala thermometer.

Langkah pengujian pour point menggunakan metode standard ASTM D 97 yaitu Sampel dituangkan kedalam test jar sampai tingginya antara 2 - 2,5 inch (sampai tanda level yang diminta). Test jar ditutup dengan gabus yang sudah ada termometernya. Sampel dipanaskan dalam test jar tersebut (tanpa diaduk) sampai 115 °F dalam water bath yang temperaturnya dikonstankan 118 °F. Sampel tersebut didinginkan dalam suhu kamar sampai 90 °F. Test jar dimasukkan kedalam jaket yang sudah di taruh pada bak pendingin. Temperatur bak pendingin dipertahankan antara 30 – 35 °F. Pada temperatur 20 °F diatas pour point yang diperkirakan, mulai dilakukan pembacaan dan

dikerjakan setiap penurunan 5 °F sampai pour point tercapai. Apabila temperatur sampel sudah 50 °F masih belum tercapai pour pointnya, maka test jar dipindahkan ke jaket bak pendingin 0 – 5 °F. Begitu juga bila pour pointnya belum tercapai pada temperatur 20 °F, maka test jar dipindahkan kebak pendingin -30 °F sampai -25°F. Bila temperatur pour pointnya telah tercapai, maka ditambahkan 5°F dan laporkan sebagai pour pointnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahap analisa sifat fisik dan kimia bahan baku, yaitu minyak jelantah, pretreatment, proses utama yaitu transesterifikasi, pemurnian dan analisa biodiesel yang dihasilkan. Analisa yang dilakukan adalah uji densitas, viskositas, flash point, pour point, cetane number dan highest heating value. Biodiesel yang dihasilkan akan dibandingkan dengan Biodiesel menurut SNI-04-7182-2006.

Pretreatment dan Analisa Sifat Fisik serta Kimia Minyak Jelantah

Penghilangan kadar air pada minyak jelantah merupakan tahap pretreatment. Kadar air di dalam minyak jelantah harus dihilangkan terlebih dahulu agar tidak menyebabkan terjadinya reaksi saponifikasi atau pembentukan sabun. Penghilangan kadar air dilakukan dengan memanaskan minyak jelantah pada suhu 120°C.

Minyak jelantah yang akan dijadikan biodiesel akan diuji sifat fisik dan kimianya agar sesuai dengan karakteristik pembentukan biodiesel dengan proses transesterifikasi. Sifat fisik yang diuji adalah densitas dan viskositas, sedangkan sifat kimia yang dianalisa adalah kadar FFA yang terkandung dalam sampel minyak jelantah. Hasil analisa sifat fisik dan kimia minyak jelantah yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat Fisik dan Kimia

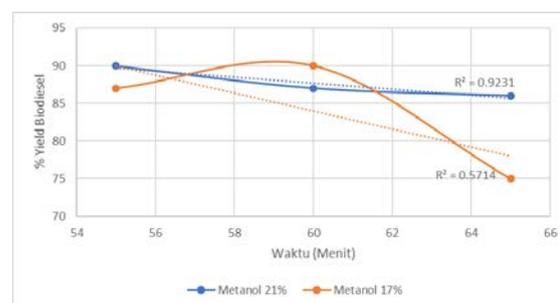
Parameter	Nilai
Densitas pada suhu 40°C (g/ml)	0,91
Viskositas pada suhu 40°C (mm ² /s)	7,66

FFA (%)	1,79
---------	------

Analisa sifat fisik dan kimia yang dilakukan mengacu pada prosedur SNI-01-2901-2006. Kadar FFA sampel minyak jelantah yang diperoleh adalah dibawah 2% maka proses pembuatan biodiesel yang dilakukan adalah proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi dilakukan dengan menggunakan katalis basa yaitu kalium hidroksida (KOH). Penelitian ini menggunakan KOH sebanyak 100 g. Kelebihan dari menggunakan katalis KOH adalah KOH lebih reaktif sehingga reaksi akan berjalan optimal dan menghasilkan yield biodiesel yang besar, namun kelemahan dari katalis KOH adalah reaksi akan sulit dikontrol atau dijaga. Penelitian ini menggunakan variasi rasio molar methanol 21% dan 17% dari volume minyak jelantah. Mintak jelantah yang digunakan pada penelitian adalah 20 liter, dengan temperatur operasi 60°C, dan variasi waktu operasi selama 55, 60, dan 65 menit.

Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Perolehan Produk

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi terhadap yield biodiesel yang diperoleh pada rentang waktu 55, 60, dan 65 menit. Minyak jelantah yang digunakan sebanyak 20 liter. Methanol yang digunakan adalah 21% v/v (4,2 liter) dan 17% (3,4 liter) dari minyak jelantah. Katalis kalium hidroksida (KOH) yang digunakan sebanyak 100 g. Hasil penelitian yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 9.



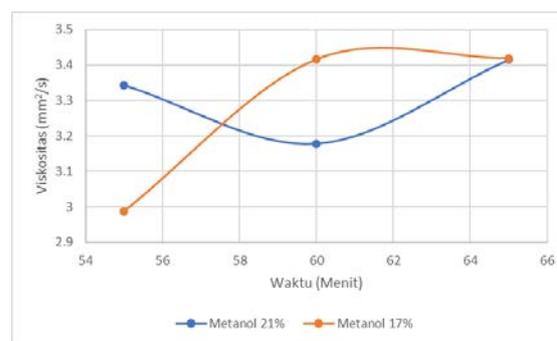
Gambar 2. Hubungan Waktu Reaksi (menit) Terhadap % Yield Biodiesel

Hasil penelitian dengan menggunakan methanol sebanyak 21% v/v pada waktu 55 menit, yield yang diperoleh adalah 90%, pada 60 menit yield yang diperoleh adalah 87%, dan

pada 65 menit yield yang diperoleh adalah 86%. Pada penelitian menggunakan methanol sebanyak 17% diperoleh yield yaitu 87%, 90% dan 75%. Gambar 2 menunjukkan kondisi optimum penelitian yaitu pada temperatur 60oC dengan waktu reaksi 55 menit menggunakan methanol 21% dan 60 menit menggunakan methanol 17%. Yield biodiesel yang diperoleh sebesar 90%. Berdasarkan teori, semakin lama waktu reaksi maka yield biodiesel yang diperoleh akan semakin besar, karena kontak atau tumbukan antar zat semakin besar. Proses transesterifikasi adalah reaksi reversibel (bolak-balik) dan merupakan reaksi kesetimbangan sehingga dengan lamanya waktu reaksi, maka kesetimbangan akan bergeser kearah kanan (produk). Biodiesel yang diperoleh akan berbanding lurus dengan lamanya waktu reaksi, jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak dapat memperbesar hasil yield biodiesel. Dalam penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data pada methanol 21% bahwa pada waktu 60 menit dan 65 menit yield biodiesel semakin menurun, hal ini disebabkan kesetimbangan reaksi sudah tercapai pada waktu 55 menit, sehingga dalam waktu yang lebih lama dari 55 menit kesetimbangan akan terhenti bahkan akan berbalik arah kearah kiri (reaktan), maka dapat menurunkan yield dari biodiesel yang diperoleh, sedangkan pada methanol 17 % pada waktu 65 menit kesetimbangan mulai bergeser kearah reaktan, sehingga dihasilkan yield yang lebih kecil dibandingkan pada waktu 60 menit.

Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Viskositas Produk

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi terhadap viskositas biodiesel yang diperoleh pada rentang waktu reaksi 55, 60, dan 65 menit dengan menggunakan minyak jelantah 20 liter. Methanol yang digunakan yaitu 21% v/v dan 17% v/v dari minyak jelantah. Katalis KOH yang digunakan 100 g dan temperatur reaksi 60oC. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Hubungan Antara Waktu (menit) Terhadap Viskositas (mm²/s)

Viskositas merupakan salah satu parameter terpenting dalam kelayakan penggunaan biodiesel dalam mesin diesel. Viskositas dari minyak jelantah sekitar 36 – 50 cSt sedangkan viskositas minyak diesel menurut SNI 04-7182-2006 adalah 2,3 – 6,0 cSt (pada suhu 40°C). Viskositas yang rendah dapat menyebabkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar, sedangkan viskositas yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja alat injeksi bahan bakar dan mempersulit pengabutan bahan bakar minyak (Hardjono, 2000).

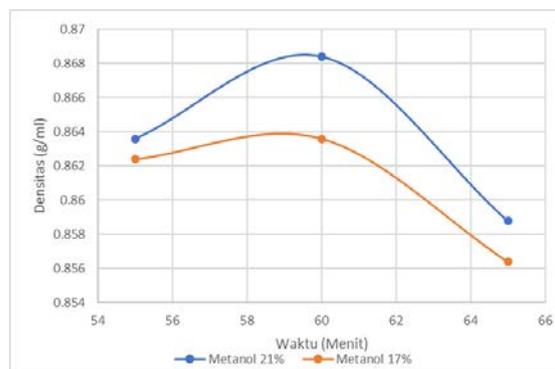
Viskositas merupakan tahanan yang dimiliki fluida untuk dialirkan kedalam pipa kapiler pada gaya gravitasi atau daya alir. Pada Gambar 2, untuk variasi 21% v/v dengan waktu reaksi 55 menit, 60 menit, dan 65 menit diperoleh viskositas kinematik berkisar 3,1 – 3,4 mm²/s. Waktu reaksi 60 menit menunjukkan kondisi optimum dimana viskositas yang diperoleh adalah 3,178 mm²/s sesuai dengan nilai viskositas yang ada (SNI 04-7182-2006) yaitu berkisar antara 2,3 – 6 mm²/s. Lamanya waktu reaksi pembuatan biodiesel akan mengakibatkan banyaknya larutan metoksi (campuran methanol dan katalis KOH) yang bereaksi dengan minyak jelantah sehingga proses perengkahan rantai gugus lemak semakin besar dan menyebabkan nilai viskositas yang diperoleh rendah.

Pada Gambar 2 ditunjukkan pula nilai viskositas pada variasi 17% v/v methanol dari minyak jelantah, pada viskositas biodiesel yang optimum adalah pada waktu 55 menit sebesar 2,9876 mm²/s. Jumlah methanol yang digunakan sangat mempengaruhi biodiesel yang diperoleh, semakin banyak methanol yang digunakan maka viskositas biodiesel

yang diperoleh akan semakin rendah karena minyak jelantah dan methanol akan berikatan untuk membentuk lebih banyak biodiesel. Pembuatan biodiesel akan menghasilkan produk samping yaitu gliserol, tetapi semakin banyak methanol yang digunakan dalam reaksi perengkahan mempunyai nilai batas maksimum, apabila reaksi sudah mencapai kesetimbangan dengan bertambahnya nilai methanol maka reaksi akan banyak membentuk gliserol yang akan mempengaruhi nilai viskositas semakin besar. Gliserol merupakan salah satu senyawa yang dapat meningkatkan nilai viskositas maka proses pemurnian mempengaruhi hasil viskositas biodiesel. Viskositas yang semakin rendah akan menyebabkan biodiesel mengalir dengan mudah sehingga meningkatkan kinerja pada sistem pembakaran mesin. Berdasarkan penelitian, viskositas kinematik biodiesel yang diperoleh memenuhi standard SNI 04-7182-2006. Viskositas biodiesel umumnya lebih besar dari solar karena jumlah rantai karbon yang terdapat dalam asam lemak penyusun biodiesel lebih banyak dari solar. Solar memiliki jumlah rantai karbon maksimal 16, sedangkan biodiesel minyak jelantah jumlah rantai karbon mencapai 21, hal ini menyebabkan viskositas biodiesel lebih besar.

Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Densitas Produk

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi terhadap densitas biodiesel yang diperoleh pada rentang waktu reaksi 55, 60, dan 65 menit dengan menggunakan minyak jelantah 20 liter. Methanol yang digunakan yaitu 21% v/v dan 17% v/v dari minyak jelantah. Katalis KOH yang digunakan 100 g dan temperatur reaksi 60 °C. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.



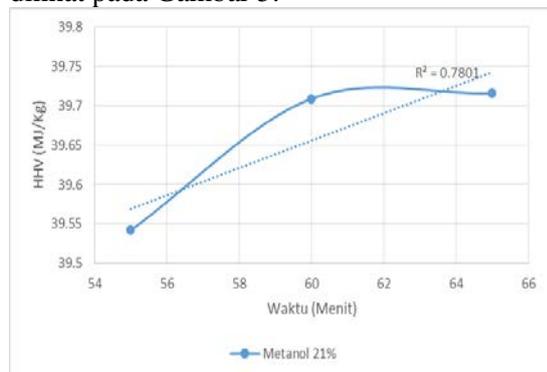
Gambar 4. Hubungan Antara Waktu (menit) Terhadap Densitas (gr/ml)

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara waktu reaksi terhadap densitas biodiesel dengan berbagai variasi waktu reaksi pada suhu 60°C. Densitas tersebut diukur dengan menggunakan piknometer pada suhu 40°C. Densitas adalah perbandingan antara bobot dan volumenya pada suhu tertentu., yaitu sifat yang tidak bergantung pada banyaknya bahan. Menurut Standard Nasional Indonesia (SNI 04-7182-2006) densitas biodiesel pada suhu 40°C berkisar antara 0,85 – 0,89 gr/ml. Densitas yang rendah disebabkan oleh semakin meningkatnya intensitas perengkahan pada gugus lemak, sehingga menghasilkan fraksi ringan dari rantai karbon (biodiesel) serta fraksi beratnya berupa gliserol pada reaksi transesterifikasi. Densitas dipengaruhi oleh tahap pemurnian karena tahap pemurnian yang kurang baik dapat menyebabkan densitas biodiesel mempunyai nilai densitas yang bervariasi. Densitas akan berdampak dengan kualitas biodiesel, yaitu semakin besar nilai densitas maka semakin tinggi nilai kalornya. Dari hasil penelitian untuk berbagai variasi waktu reaksi diperoleh densitas berkisar 0,858 – 0,863 gr/ml. Dengan demikian biodiesel yang diperoleh telah memenuhi standard densitas biodiesel. Menurut Prihandana et al, (2006), biodiesel yang memiliki massa jenis melebihi ketentuan akan menghasilkan reaksi pembakaran tidak sempurna, sehingga akan meningkatkan emisi dan keausan mesin.

Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Nilai Kalor (HHV)

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi terhadap nilai kalor biodiesel yang diperoleh

pada rentang waktu 55, 60, dan 65 menit dengan menggunakan minyak jelantah 20 liter dan methanol 21% v/v minyak jelantah dan katalis KOH 100 g. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 5.

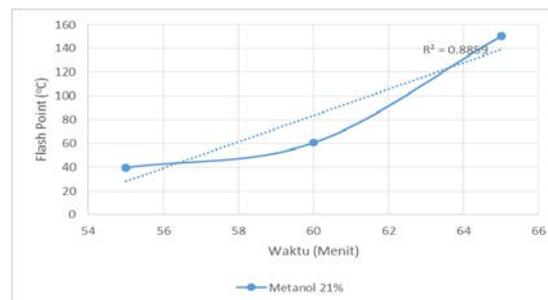


Gambar 5. Hubungan Antara Waktu (menit) Terhadap Nilai Kalor (HHV MJ/kg)

Nilai kalor pembakaran merupakan angka yang menyatakan jumlah panas atau kalor yang diperoleh dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara atau oksigen. Nilai kalori dari biodiesel akan berpengaruh pada kualitasnya, pada proses pemurnian sangat berpengaruh terhadap variasi nilai dari Heat Heating Value (HHV). Nilai kalori bahan bakar minyak solar berkisar antara 9063 kkal/kg H- 9536,8 kkal/kg. Pada Gambar 12 diperoleh hasil nilai kalori berkisar antara 39,54 MJ/Kg (9456,33 kkal/kg) – 39,17 MJ/Kg (9371 kkal/kg). Dari hasil yang diperoleh diprolehkan biodiesel sesuai standard SNI nilai kalori.

Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Titik Nyala (Flash Point) Produk

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi terhadap nilai Titik Nyala (Flash Point) biodiesel yang diperoleh pada rentang waktu 55, 60, dan 65 menit dengan menggunakan minyak jelantah 20 liter dan methanol 21% v/v minyak jelantah dan katalis KOH 100 g. Hasil yang diperoleh disajikan dalam Gambar 6.

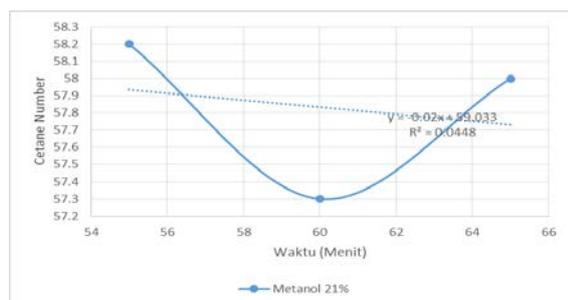


Gambar 6. Hubungan Waktu (menit) Terhadap Titik Nyala (Flash Point OC)

Titik nyala (Flash Point) merupakan angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dapat terbakar jika permukaan minyak tersebut didekatkan dengan nyala api. Titik nyala digunakan untuk mengetahui pada temperature berapa minyak mulai akan menyala (terbakar) apabila bercampur dengan udara, hal ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. Titik nyala seharusnya cukup tinggi untuk menghindari bahaya kebakaran pada suhu ruang (ambient) yang normal. Berdasarkan uji yang dilakukan dengan metode ASTM D 93 diperoleh nilai titik nyala untuk biodiesel adalah 1850C. berdasarkan Standard Nasional Indonesia menetapkan bahwa nilai titik nyala (flash point) minimal 1000C. Pada Gambar 5 diperoleh hasil flash point berkisar antara 400C – 1500C. Methanol memiliki nilai flash point 11,1°C sehingga jika pada variasi 55 menit waktu reaksi, flash point biodiesel 35 °C berarti kemungkinan jumlah methanol pada sampel masih banyak sehingga menyebabkan nilai flash point di bawah standar biodiesel.

Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Cetane Number

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi terhadap nilai cetane number (angka setana) biodiesel yang diperoleh pada rentang waktu 55, 60, dan 65 menit dengan menggunakan minyak jelantah 20 liter dan methanol 21% v/v minyak jelantah dan katalis KOH 100 g. Hasil yang diperoleh disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan antara Waktu (menit) Terhadap Cetane Number

Hasil analisa angka setana (cetane number) diperoleh bahwa biodiesel memiliki angka setana antara 57,83 – 58,2. Angka setana yang tinggi menunjukkan bahwa biodiesel dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah sehingga akan mudah terbakar di dalam silinder pembakaran mesin dan tidak terakumulasi (Prihandana et al, 2006). Angka setana ini diperoleh dari perhitungan persamaan empiris (ASTM – D979) yang merupakan fungsi dari densitas pada suhu 150C dan suhu distilasi pada 50% recovery. Rendahnya angka setana dari biodiesel menunjukkan bahwa biodiesel baru dapat menyala pada temperatur yang relatif tinggi. Pada waktu 65 menit diperoleh angka setana 58, karna densitas dari biodiesel pada waktu reaksi 65 cukup rendah yaitu 0,8588 g/ml. Densitas biodiesel yang rendah akan mengakibatkan angka setana yang tinggi dan suhu distilasi yang tinggi untuk 50% recovery, sehingga angka setana yang diperoleh pada berbagai variasi waktu memenuhi standard SNI biodiesel yang diinginkan.

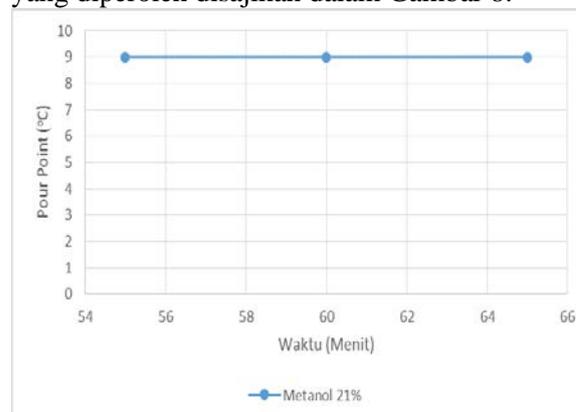
Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Pour Point (Titik Tuang)

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi terhadap nilai Pour Point (Titik Tuang) biodiesel yang diperoleh pada rentang waktu 55, 60, dan 65 menit dengan menggunakan

KESIMPULAN

Biodiesel dapat dibuat dari minyak jelantah kelapa sawit melalui proses transesterifikasi. 20 liter minyak jelantah yang digunakan diperoleh biodiesel sebanyak 80-90%. Kondisi optimum pembuatan biodiesel yaitu pada variasi 17% v/v dengan waktu 55 menit dan

minyak jelantah 20 liter dan methanol 21% v/v minyak jelantah dan katalis KOH 100 g. Hasil yang diperoleh disajikan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan Antara Waktu (menit) Terhadap Pour Point (Titik Tuang)

Pour Point atau titik tuang adalah suhu terendah dimana minyak bumi dan produknya masih dapat dituang atau mengalir apabila didinginkan pada kondisi tertentu (ASTM D 97-87), batas maksimum dari standard nasional Indonesia standard biodiesel yaitu 18oC. Pada Gambar 8 diperolehkan hasil analisis titik tuang sebesar 9°C. Titik tuang merupakan petunjuk besarnya kandungan malam dari suatu senyawa. Semakin tinggi titik tuang semakin besar kandungan malam dalam senyawa tersebut (Hardjono, 2000). Titik tuang juga berpengaruh terhadap daerah penggunaan biodiesel. Semakin rendah titik tuang biodiesel, maka semakin banyak daerah yang dapat menggunakan bahan bakar tersebut baik daerah tropis maupun daerah dingin. Biodiesel yang diperoleh dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk daerah yang bersuhu udara di atas 9oC. untuk Indonesia yang beriklim tropis dimana suhu udara berkisar antara 25oC – 35oC, maka biodiesel dangat cocok digunakan karena pada suhu pembekuan biodiesel tidak akan terjadi.

21% v/v dengan waktu 60 menit. Waktu 55 menit merupakan waktu kesetimbangan untuk reaktan menjadi produk, sehingga dengan variasi 17% v/v sudah mampu menghasilkan biodiesel sebanyak 90% dan viskositas biodiesel yang paling baik yaitu 2,98 mm²/s.

Hasil yang diperoleh sesuai dengan standar biodiesel SNI-04-7182-2006.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Program Matching Fund Kedaireka 2022 (Nomor PKS : 268/E1/KS.06.02/2022)

DAFTAR PUSTAKA

- Ari Rahmadi, Solikhah M.D. Wirawan S.S. 2003. *Pengembangan Biodiesel Indonesia dengan Teknologi Bangsa Sendiri: Kesempatan dan tantangan*. Jakarta, Erlangga.
- Aziz, Isalmi. 2010. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dalam Reaktor Tangki Alir Berpengaduk*. UIN Syarifhidayatullah, Jakarta.
- Budayati, Asep., Firmansyah, Doddy., 2008. *Pembuatan Energi Alternatif Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Menggunakan Proses Dua Tahap Asam dan Basa*. Jurusan Teknik Kimia, UNTIRTA, Cilegon.
- Darnoko, D., Cheryan, M. 2000. *Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor*. J Am Oil Chem Soc. 77 (12) : 1263-1267.
- Diesel Rudolp. 1982. *Biodiesel*.
- Fessenden, R.J. and Fessenden, J.S., 1984. *Kimia Organik*. Jilid 2. Ed 2. Jakarta: Erlangga.
- Freedman, B., E, H, Pyryde, and T, H, Mounts. 2006. Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oil, *JAOCS*, 61 : 1638-1643.
- Ihwan, U.F., 2006. *Evaluasi Teknis Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah*. Nawapanca Engineering.
- Johan U. Agnes R. Hadiwijaya L.S., 2003. *Pengaruh Perlakuan Awal Minyak Goreng Bekas Terhadap Kualitas Biodiesel*. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia.
- Novarizal., 2006. *Pembuatan Energi Alternatif Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas (Minyak Jelantah) Metode Mike Pelly*. Jurusan Teknik Kimia, UNTIRTA, Cilegon.
- Pelly M., 2000. *Mike Pelly's Biodiesel Method*. Journey to forever.
- Pupung, P. L. 1985. *Beberapa Minyak Nabati Memiliki Potensi sebagai Bahan Bakar Alternatif untuk Motor Diesel*. Lembaran Publikasi Migas.
- Pupung, P. L. 1986. *Penggunaan Minyak Kelapa sebagai Bahan Bakar Motor Diesel*. Lembaran Publikasi Migas.
- Rahayu, martini., 2005. *Teknologi Proses Produksi Biodiesel*.
- Sidjabat, Oberlin. 2003. *Minyak Goreng Bekas sebagai Bahan Bakar Setara Solar dengan Proses Transesterifikasi*.
- Soerawidjaja. 2007. *Oxidative and Thermal Degradations of Biodiesel and Possible Methods for Determining Related Stabilities, Presented at The 3rd Meeting of Working Group for the Standardization of Biodiesel Fuel for Vehicles in East Asia*, Nakanoshima Center, Osaka, Japan.
- Sudradjat, Sahirman, dan D, Setiawan. 2007. *Pembuatan Biodiesel dari Biji Nyamplung*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor. Indonesia.
- Ubaidillah; Daulai, M. Ikhwan., 2006. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng bekas (method foolproof)*. Jurusan Teknik Kimia UNTIRTA, Cilegon.
- Ulfiati, Herbi., Totok, S. 2010. *Pembuatan Biodiesel dari Biji Alpukat dengan Proses Transesterifikasi*. UPN Jawa Timur.
- Unung, L & Jumanda, K. 2002. *Kajian Pembuatan Energi Alternatif Biodiesel dari Minyak Jelantah*. Poltek. Bandung
- Van Gerpen J., Clement D., 2004. *Biodiesel Production Technology*. National Renewable Energy Laboratory.
- Wahyuni, A, I., 2008. *Konsumsi Premium Melonjak Tajam*. Jakarta